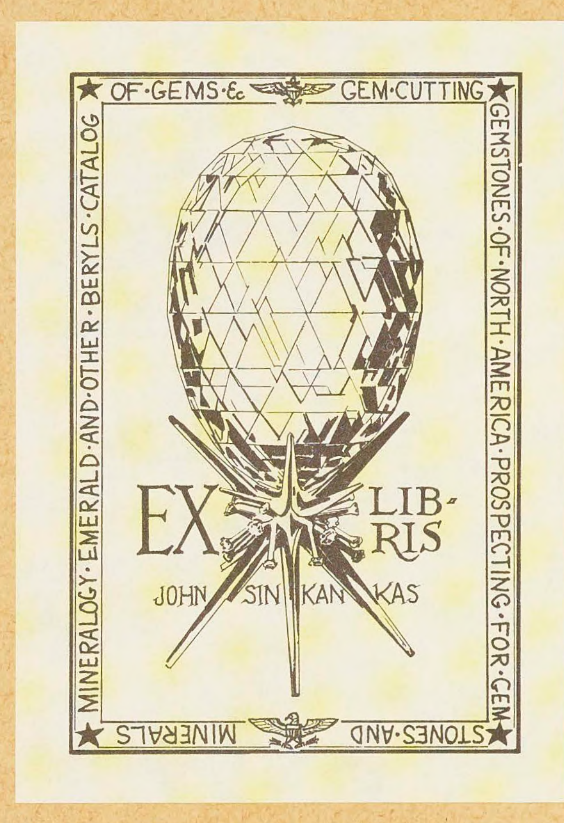
Schmid

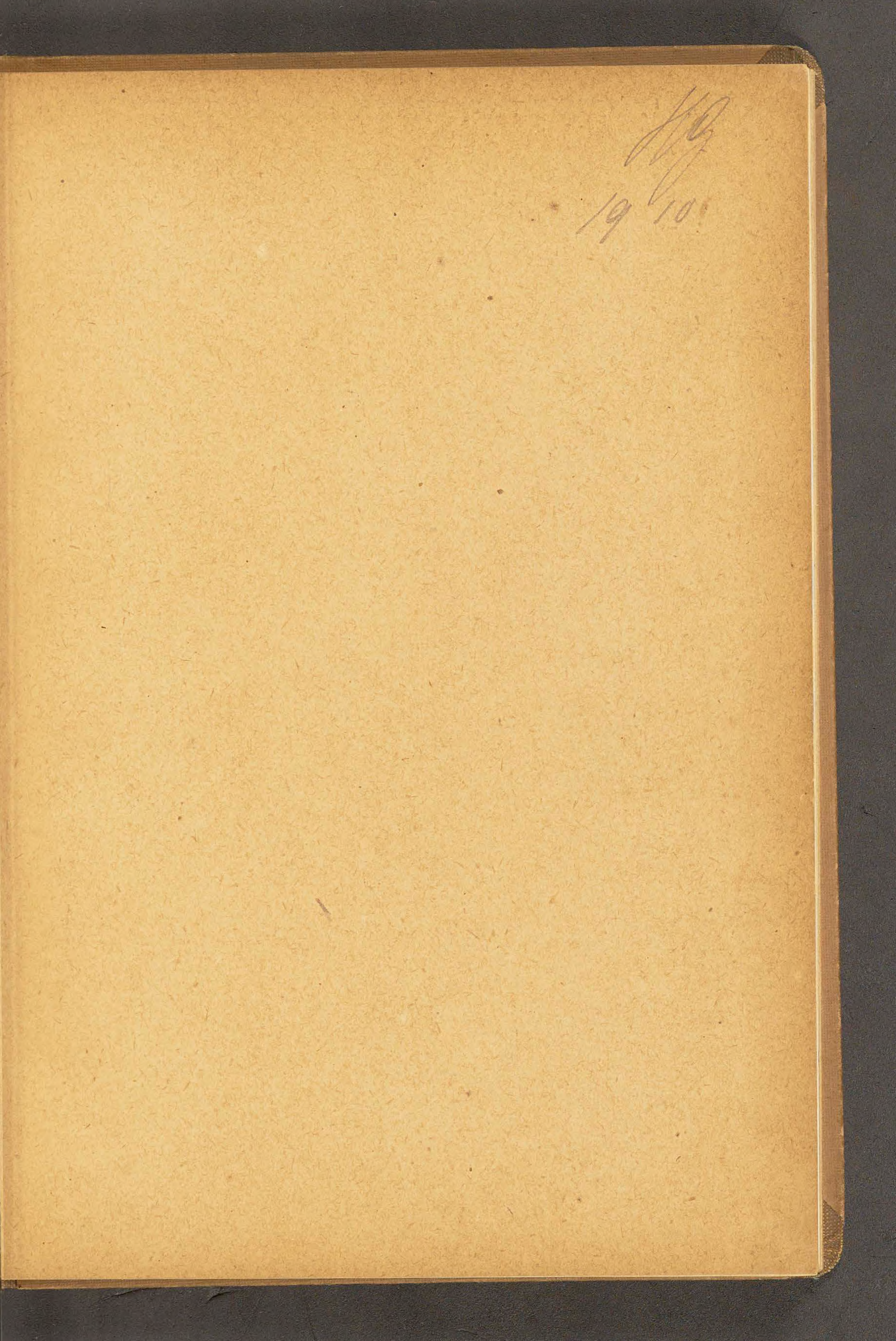
Lehrbuch der Mineralogie und Geologie

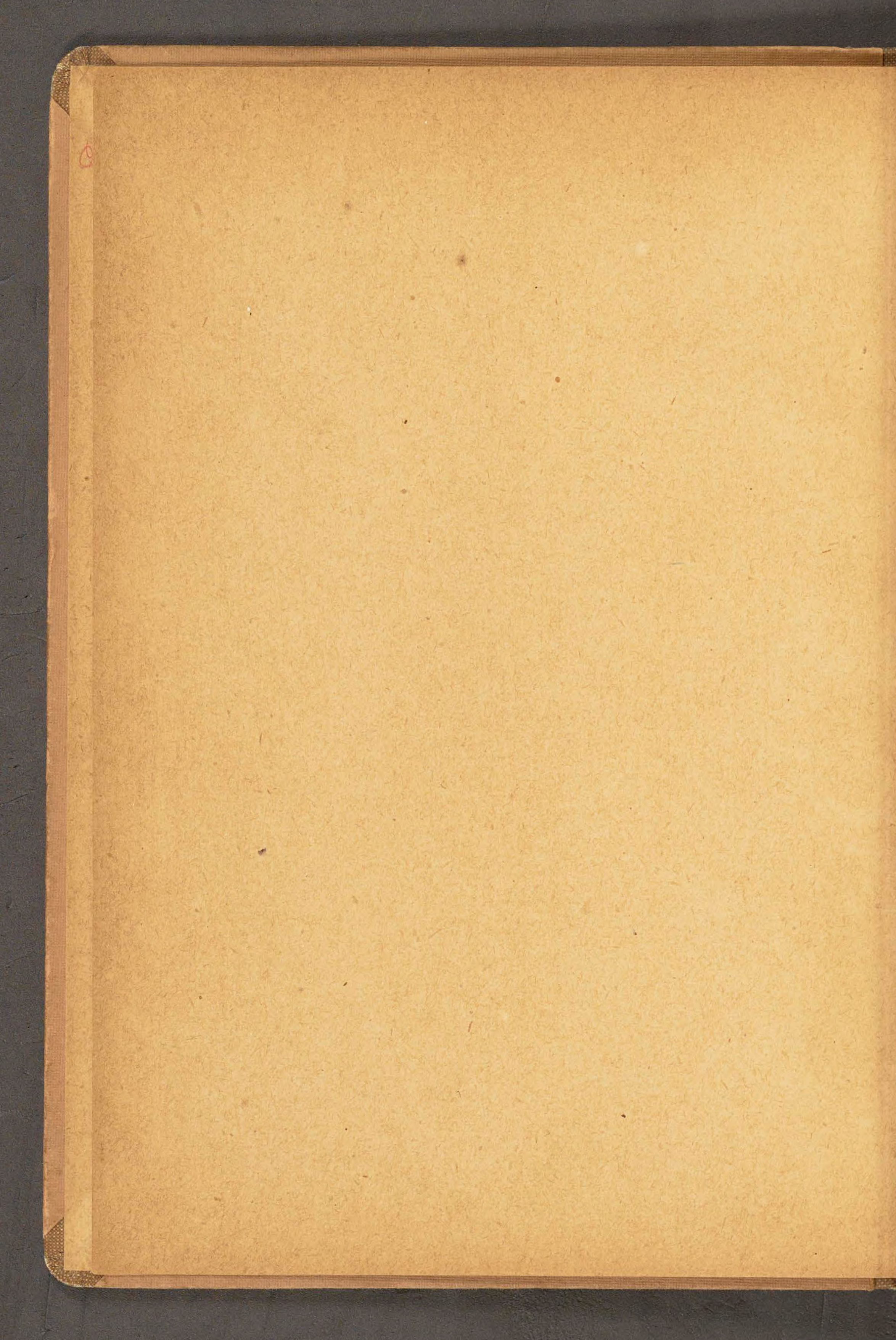
I. Teil: Mineralogie



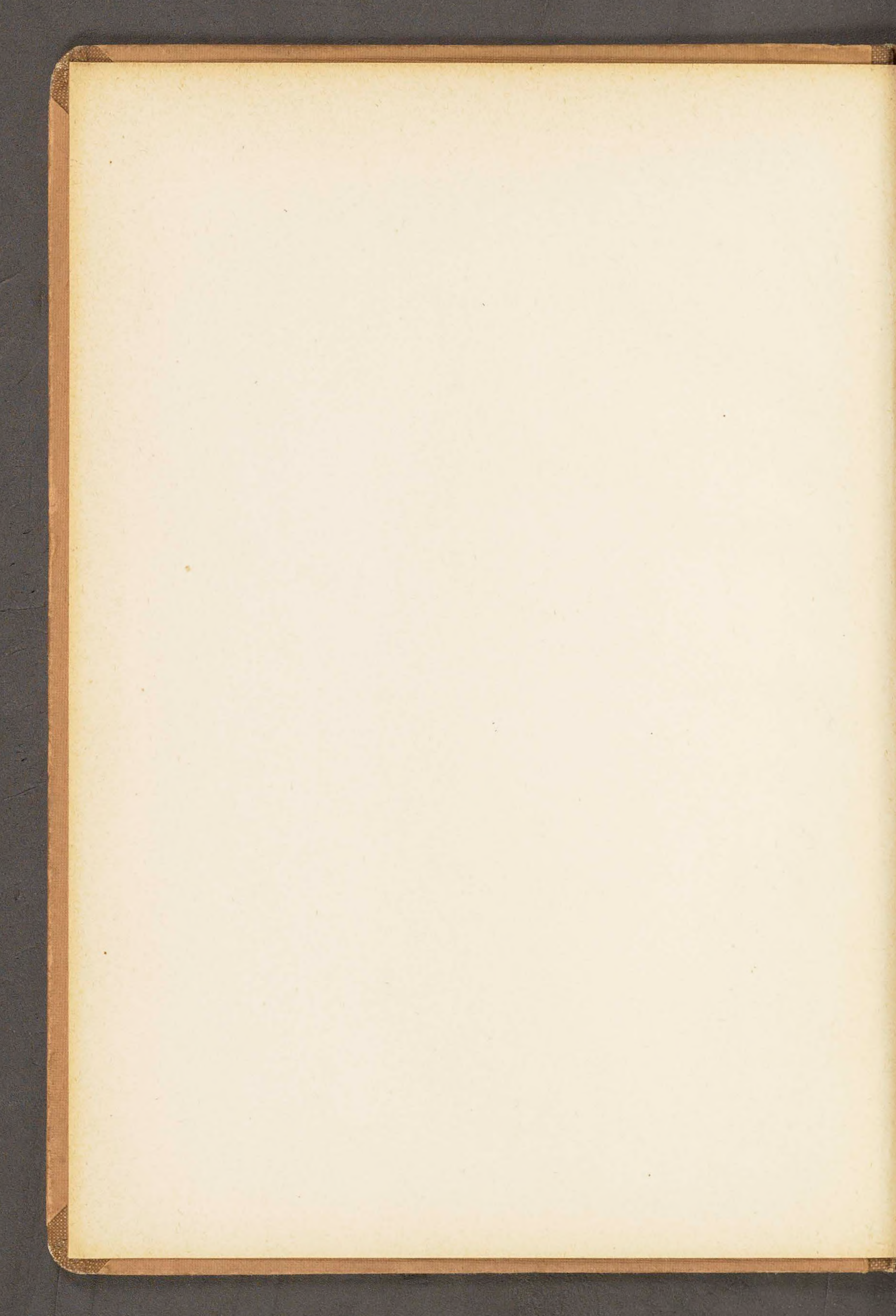
Verlag von J. F. Schreiber in Eßlingen und München


OF·GEMS·&c GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS





Schmid,
Lehrbuch der Mineralogie



Lehrbuch der Mineralogie und Geologie

für höhere Lehranstalten

bearbeitet von

Dr. Bastian Schmid
Oberlehrer am Realgymnasium in Zwickau i. S.

2. verbesserte Auflage

5.—7. Tausend

I. Teil: Mineralogie

Mit zahlreichen schwarzen und farbigen Abbildungen

Eßlingen und München
Verlag von J. F. Schreiber

Druck von J. F. Schreiber, Eßlingen.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Aus zahlreichen Urteilen der pädagogischen und engeren Fachpresse sowie namentlich aus vielen Zuschriften konnte ich nicht nur die überaus freundliche Aufnahme ersehen, die dieses Buch gefunden hat, sondern auch verschiedene Verbesserungsvorschläge entnehmen, wofür ich an dieser Stelle den betreffenden Herren verbindlichst danke. Diese Winke glaube ich auch großenteils in vorliegender Neuauflage befolgt zu haben.

Dem Prinzip, der Mineralogie ihre Selbständigkeit zu wahren und sie doch, wo es angängig ist, mit geologischen Momenten zu verknüpfen, bin ich treu geblieben. Denn es bedeutete, wie ich glaube, eine gewisse Gefahr für unser Unterrichtsfach, wenn wir es nur als Anhängsel an die Geologie betrachteten und sie nur gelegentlich in den geologischen Unterricht einflechteten. Wenn ich die systematische Anordnung beibehalten habe, so wurde ich in diesem Prinzip bestärkt durch die Beurteilungen der ersten Auflage und namentlich durch verschiedene in den letzten Monaten und Wochen an mich gerichtete Zuschriften. Systematische Lehrbücher lassen den Lehrern mehr Freiheit als methodische. Letztere können leicht zur Fessel werden, selbst wenn sie sorgfältig angeordnet sind, weil sie den Lehrer mehr oder minder zwingen, dem Unterrichtsgang des Verfassers zu folgen.

In der Anordnung der Abbildungen ist insofern eine große Änderung eingetreten, als die kostspieligen, farbigen Textfiguren auf Tafeln zusammengestellt wurden. Der Verlag hat keine Mühe gescheut, diese der Hauptsache nach dem Schubertschen Atlas entnommenen Abbildungen beträchtlich zu verbessern, um so eine naturgetreue Wiedergabe der Mineralien zu ermöglichen.

Zwickau, im August 1908.

B. Schmid.

Vorwort zur ersten Auflage.

Dieses Buch richtet sich zunächst an die Schulen solcher Staaten, denen der Lehrplan ausführliche Unterweisungen in Mineralogie und Geologie vorschreibt. Einer zeitgemäßen Anforderung entsprechend, ließ ich es mir angelegen sein, das Werden und Vergehen der Mineralien hervorzuheben, ohne dabei zu vergessen, daß die Kristallographie und das physikalisch-chemische Verhalten unserer Naturkörper genau so gut ein Anrecht auf Berücksichtigung haben. Mit Vernachlässigung letzterer Disziplinen würde man sich zum Nachteile des Schülers von den Wegen entfernen, auf denen unsere Wissenschaft ihre bedeutendsten Fortschritte machte; man würde mit dem Verzicht auf die wichtigen Hilfswissenschaften der Mineralogie dem Schüler ein höchst einseitiges Bild mitgeben.

Wenn ich es unternommen habe, einen annähernd systematischen Gang einzuhalten, so soll darin nichts Bindendes für die Durchnahme des Stoffes in der gegebenen Reihenfolge liegen. Im Gegensatz zu dem zoologischen und botanischen Unterricht, welcher in den verschiedensten Gegenden Deutschlands mit denselben Anschauungsobjekten rechnen kann, liegt es in der Natur des Gegenstandes, daß es sich an den verschiedenen Oertlichkeiten um ganz verschiedene Mineralkörper handelt, und daß demnach das Ausgangsmaterial das verschiedenartigste sein kann. Offenbar liegen hierin Schwierigkeiten für ein Lehrbuch. Diese zu umgehen, war einer von den Gründen, die mich bestimmten, von den Vorzügen der Systematik Gebrauch zu machen.

Was die Kristallographie anbelangt, so habe ich derselben einen eigenen Abschnitt gewidmet, einmal im Hinblick auf solche Schulen, denen der Lehrplan einen zweijährigen Mineralogiekursus vorschreibt und im ersten Jahrgang hauptsächlich die Kristallographie

betont, sodann, um eine gedrängte Uebersicht über den Gegenstand zu geben. Daß man die Kristalle zunächst vor den Augen der Schüler herstellt, halte ich für ebenso wichtig als die Behandlung dieses Gegenstandes an der Hand von Mineralien. Hinsichtlich der Aufeinanderfolge der sechs Kristallsysteme möchte ich bemerken, daß wohl wenig darauf ankommt, ob man vom regulären oder einem nicht regulären System ausgeht, ob man also in der Einfachheit des Achsenkreuzes oder in jener der Symmetrieverhältnisse einen Vorzug sieht; beide Wege führen zum Ziel. Um weitgehenden Bedürfnissen Rechnung zu tragen, sind in diesem Teil des Buches eine größere Zahl von Kristallformen angegeben, wenn es sich auch im allgemeinen empfehlen dürfte, außer den Grundformen verhältnismäßig wenig andere heranzuziehen.

Im ersten Teil des Buches werden nur jene geologischen Momente berücksichtigt, welche ohne weiteres dem Lernenden verständlich sein können. Ich zog es vor, die einzelnen Kapitel nicht zu unterbrechen durch ausgedehntere geologische Erörterungen, welche leicht den Zusammenhang stören und den Ueberblick über den Stoff erschweren würden. Eine zusammenfassende Darstellung des geologischen (und paläontologischen) Stoffes wird der zweite Teil des Buches bringen.

Meines Wissens ist vorliegendes Buch das erste, welches in größerem Umfange farbige Textfiguren bringt. Durch das weitgehende und bereitwillige Entgegenkommen des Verlegers wurde es ermöglicht, daß eine erhebliche Zahl von Abbildungen mit großer Naturtreue gebracht werden konnten. Da es vielen Schulen an guten Sammlungsstücken mangelt, hielt ich es für notwendig, möglichst viel Abbildungen von charakteristischen Mineralien zu bringen.

Zwickau i. S., April 1904.

Bastian Schmid.

Inhaltsübersicht.

Inhaltsübersicht der Farbendrucktafeln befindet sich auf Seite 121, 122.

Einleitung.

Die Mineralien gehören im Gegensatz zur Tier- und Pflanzenwelt der unbelebten oder unorganischen Natur an.

Damit ist jedoch nicht gesagt, daß das ganze leblose Reich mit dem Namen Mineralreich belegt werden könnte. Eine Menge von Körpern, die in das reiche Gebiet unorganischer Natur hineingehören, sind von dem engeren Felde „Mineralogie" auszuschließen, wie z. B. die in der Atmosphäre vorkommenden dampf- und luftförmigen Körper, tierische Produkte, wie sie von Korallen, Weichtieren (Muschelschalen) und von Wirbeltieren (Knochen, Zähne) herrühren. Ferner sind alle durch die Kunstfertigkeit des Menschen hervorgebrachten Industrieerzeugnisse, selbst dann, wenn sie den in der Natur vorkommenden gleichen, ja, streng genommen, sogar die von einer untergegangenen Pflanzenwelt stammenden Produkte wie Stein- und Braunkohlen, Bernstein usw. aus dem Gebiete der Mineralogie auszuscheiden. Aber auch die Gesteine (Granit, Basalt usw.), welche aus Gemengen von einzelnen Mineralien bestehen, nicht homogen (gleichartig) sind und verschiedene chemische Zusammensetzung haben, gehören nicht zur Mineralogie im engeren Sinne; sie sind in das Gebiet der Petrographie oder Gesteinslehre zu verweisen.

Gewöhnlich sind solche Gemengteile leicht zu unterscheiden wie z. B. bei dem Granit. Da sind es das glasartige Aussehen des Quarzes, der metallische Perlmutterglanz des Glimmers und die weißgelbe bis fleischrote Farbe des Feldspates, die uns sofort sagen, daß wir es hier mit keinem gleichartigen Gebilde zu tun haben.

Der vergrößerte Dünnschliff (Taf. 1, Fig. 1) zeigt grüne Olivine und farblose Feldspatkristalle in einer feinkörnigen, aus Augit und Magneteisen bestehenden Grundmasse.

Es ergibt sich nun nach obigem folgende Einteilung:

1. Mineralogie im engeren Sinne;
2. Gesteinslehre (gemengte Mineralien).

Mineralien im engeren Sinne nennt man homogene, unorganische Naturkörper, die ohne Zutun menschlicher Kunst und ohne Mitwirkung von organischen Wesen entstanden sind, und die eine bestimmte, in allen ihren kleinsten Teilchen gleichmäßige chemische Zusammensetzung haben.

1. Teil: Mineralogie.

A. Äußere Gestalt der Mineralien.

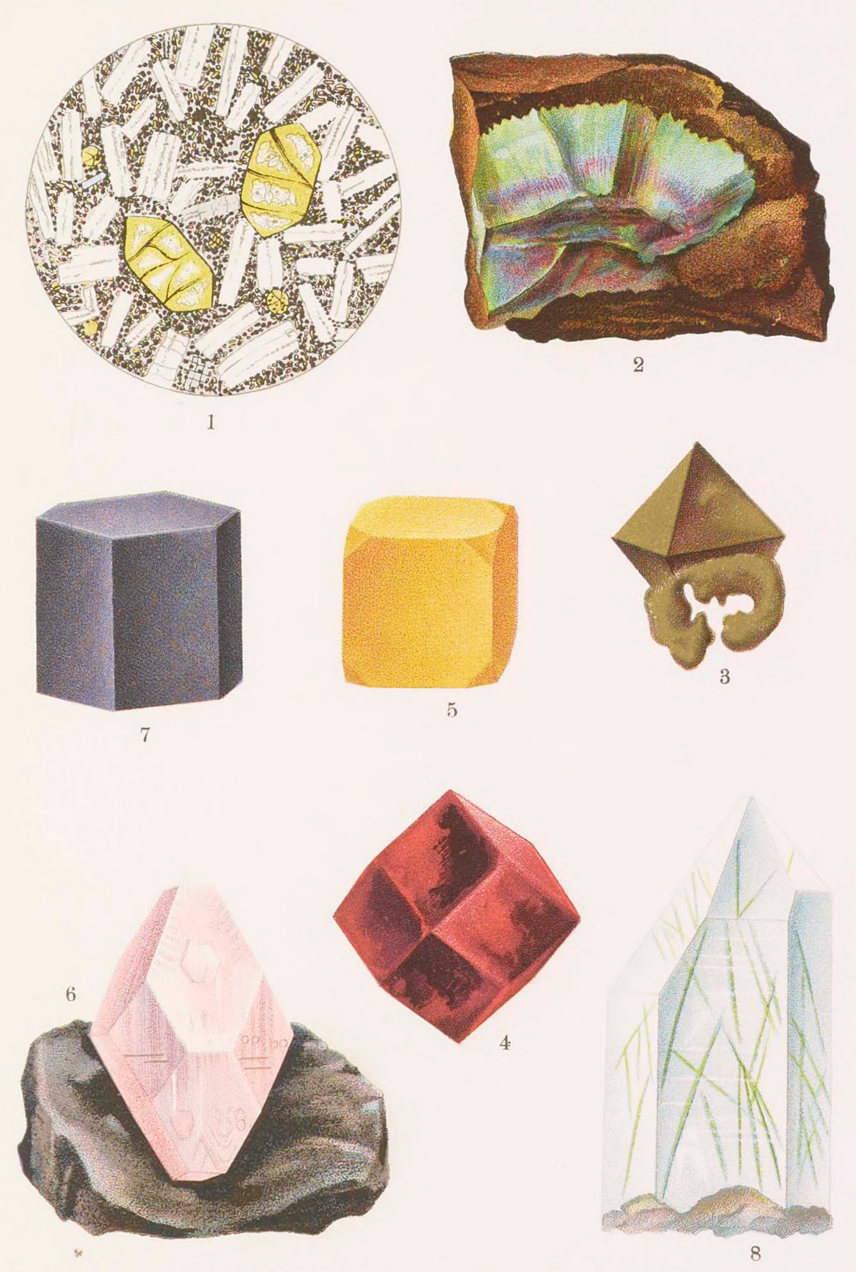
Während der tierische und pflanzliche Körper aus zahlreichen Elementarorganismen, den Zellen, aufgebaut ist, findet sich beim Mineral trotz stärkster Vergrößerung kein Anzeichen einer Zusammensetzung aus kleinen Bausteinchen. Unser Auge begegnet in allen Teilen des Objektes einer gleichartigen Masse. Hierin gleichen sich alle Mineralien; in der äußeren Gestalt dagegen liegen sehr große Unterschiede.

Häufig haben wir es mit zufälligen, unbestimmten Formen zu tun, wie sie durch Verwitterung oder durch den Transport im Wasser oder irgend eine mechanische oder chemische Zerstörung entstanden sind. Es sind auch nicht wie bei den Organismen die Individuen derselben Art an eine bestimmte Form oder gar etwa Größe gebunden. Sehen wir übrigens näher zu, dann zeigt sich meistenteils, daß das einzelne Individuum nur scheinbar ein solches ist. Gewöhnlich sind zahlreiche Individuen, mitunter solche von mikroskopischer Kleinheit, zusammengedrängt, so daß die verzerrten, verkrüppelten Gestalten den Eindruck regelloser Flächen ergeben. Eine freie Formausbildung der einzelnen konnte nicht zustande kommen, vielmehr mußten notwendigerweise Hemmungen eintreten. Beispiele für verschiedene Qualität der Formausbildung sind Kalkspatdrusen, körniger und dichter Kalkspat. Mineralien, die derartig gehemmte Individuen (wie körniger Kalkspat) aufweisen, nennen wir kristallinische, solche, die regelmäßig ausgebildete Formen zeigen, nennen wir kristallisiert. Im Gegensatz zu diesen gibt es eine kleine Gruppe von Mineralien (Opal, Obsidian und Bernstein), welche niemals Kristallform aufweisen, ja nicht einmal den Ansatz zu solcher erkennen lassen; man nennt sie amorph oder gestaltlos*) (Taf. 1, Fig. 2). Zu diesen rein äußerlichen Unterschieden kommen noch, wie wir später sehen werden, physikalische Verschiedenheiten.

Die Individualität tritt uns besonders scharf ausgeprägt im Kristall entgegen. Als solcher besitzt das Mineral eine regelmäßige Gestalt, es weist eine in gesetzmäßiger Weise ringsum abgeschlossene, von ebenen Flächen begrenzte Form auf.

---

*) Ein beliebtes Beispiel, das uns die drei Zustände des Minerals, den amorphen, kristallinischen und kristallisierten zeigt, ist der Zucker als Gerstenzucker, Melis und Kandiszucker.



1. Vergrößerter Dünnschliff von Basalt. (Nach Neumayr.) 2. Grüner Opal. 3. Goldkristall aus Kalifornien. 4. Almandin aus Tirol. 5. Fluorit von Gersdorf in Sachsen. 6. Apophyllit. 7. Gemeiner Korund. 8. Quarz. (Nach Bauer.)



Trotzdem die mikroskopische Betrachtung eines Kristalls keinerlei Strukturverhältnisse andeutet, ist man gezwungen, ihn als ein regelmäßiges Bauwerk anzunehmen, das aus kleinen, nicht sichtbaren Massenteilchen, den sogenannten Molekülen, besteht. Stellt man Kristalle auf künstlichem Wege her, so sieht man, daß die kleinste, mit dem Mikroskop eben wahrnehmbare Anlage bereits Flächen, Kanten und Ecken besitzt, und daß dieser Keim in der Lage ist, durch gleichmäßige Anlagerung kleinster Teile die Gestalt zu wiederholen, die Massenteilchen parallel anzulagern. Das Wachstum erfolgt also von außen her, im Gegensatz zu Tier und Pflanze, welche Nahrung aufnehmen, die erst im Innern umgewandelt wird.

Eine derartige regelmäßige Anordnung der kleinsten Teilchen können wir bei den amorphen Körpern nicht annehmen. Im Gegenteil, dort hat man sich eine regellose Lagerung zu denken. Kühlt man Schwefel, der auf 240 Grad erhitzt wurde, rasch ab, so finden die Moleküle nicht Zeit, sich regelmäßig zu lagern, und wir erhalten einen Körper, der sich in keiner Weise kristallisiert zeigt, ja, dieser Schwefel erweist sich nicht einmal als körnig oder faserig.

B. Bildung und Wachstum der Kristalle.

Wenn wir uns die Frage vorlegen, auf welche Weise die Kristalle entstehen und entstanden sind, so ergeben sich an der Hand verschiedener Experimente wenigstens für manche Entstehungsweisen wichtige Anhaltspunkte, auf Grund deren man zu der Überzeugung kommt, daß sich die Kristalle 1. aus wässerigen Lösungen absetzen oder 2. sich aus Dämpfen niederschlagen oder 3. im Schmelzfluß erstarren.

1. Nimmt man feingepulvertes Kaliumnitrat (oder Alaun), und bringt man von demselben mittels eines Löffels so viel in siedendheißes Wasser, als sich eben löst, und umgibt man sodann das Gefäß mit einem schlechten Wärmeleiter, so hält sich die Lösung lange heiß und die Kristalle haben Zeit genug, um sich zu prachtvollen, regelmäßig gestalteten Exemplaren auszubilden.

Oder man überläßt eine halb gesättigte Lösung Kalisalpeter einer nach und nach vor sich gehenden Verdunstung. In dem Maße als die Flüssigkeit abnimmt, schreitet die Kristallbildung vorwärts, und die Bildungen werden um so regelmäßiger, je langsamer und ungestörter der Prozeß vor sich geht.

Solche Vorgänge lassen sich auch im Mikroskop gut beobachten. Man bringt ein Tröpfchen einer Kochsalzlösung auf den Objektträger und wird nun bald bemerken, wie das Wasser verdunstet und wie von den Rändern her kleine Würfel entstehen.

In allen diesen Fällen kann also beobachtet werden, daß die Regelmäßigkeit der Bildung von den Zeitverhältnissen abhängig ist. Starke Abkühlung und rasches Verdunsten ist von großem Nachteil für die Vollkommenheit der Bildung, es können sogar unter diesen Umständen, wie wir hörten, nur kristallinische oder auch amorphe Produkte erzeugt werden.

Die beiden Prozesse, Temperaturwechsel und Verdunstung, finden in salzhaltigen Seen statt; so scheiden die ägyptischen Natronseen und die Boraxseen in Tibet mehr oder minder vollkommene Kristalle aus.

Das in die Erde eindringende Wasser belädt sich mit mannigfaltigen Stoffen, die an verschiedenen Stellen und in Höhlungen wieder abgesetzt werden.

Eine andere Bildungsweise, die ebenfalls auf Ausscheidung der kristallisierten Substanz aus der Flüssigkeit beruht, ist folgende: Läßt man zwei Lösungen von verschiedenen Salzen aufeinander einwirken, so entsteht ein dritter, schwerlöslicher Körper in um so schöneren Kristallen, je langsamer der Prozeß vor sich geht. Man nehme Kaliumsulfat und Kalziumnitrat, löse die beiden Salze in Wasser und zwar in der Weise, daß man von letzterem eine konzentriertere Lösung herstellt. Hierauf gieße man das schwerere Nitrat vorsichtig auf das Sulfat, und man kann nach einiger Zeit an der Berührungsstelle eine Trübung bemerken. Es sind das weiße Flocken (Gips), die zu größeren Kristallen heranwachsen. In der Natur bildet sich Schwerspat ($BaSO_4$) u. a. dadurch, daß Wasser, welches Chlorbarium oder Bariumnitrat gelöst enthält, mit einer anderen, Gips in Lösung führenden Flüssigkeit zusammentrifft.

2. Bringen wir Jod in ein Reagenzglas, und erwärmen dasselbe gelinde, so steigen violette Dämpfe auf, die sich an den kühleren Stellen des Gläschens in Form von Kristallen abscheiden. Dieser Vorgang findet im großen in den Riesenkaminen der Erde, den Vulkanen, statt, wo sich in Dampfform übergegangene Substanzen absetzen. Selbstredend wirken auch verschiedene Gase aufeinander ein, um sich zu einer neuen Verbindung in Kristallform zusammenzufinden.

3. Durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Kupfer entsteht Schwefelkupfer; Schwefel und Eisenfeilspäne erhitzt, gibt Schwefeleisen.

In der Lava und anderen schmelzflüssigen Massen bilden und bildeten sich Kristalle von Leuzit, Augit, Feldspaten, Magneteisen usw.

Aus Schlacken scheiden sich beim Erkalten häufig Silikatkristalle aus.

Die oben angegebenen Merkmale würden noch nicht ausreichen, um einen richtigen Begriff vom Kristall zu geben. Selbst dann ist die

Definition noch unvollständig, wenn wir sagen: der Kristall ist von ebenen Flächen begrenzt, die bestimmte Winkel bilden, und die sich in geradlinigen Kanten schneiden. Wir müssen schon jetzt darauf hinweisen, daß eine regelmäßige Beziehung zwischen Form und Substanz des Kristalls besteht. Wenn wir z. B. dem Glas durch Schleifen geometrische Formen geben, so haben wir es mit keinem natürlichen Kristall zu tun und daher auch mit keiner Form, die mit der Substanz in einem gesetzmäßigen Zusammenhang steht. Glas bildet niemals Kristalle.

Was ist nun ein Kristall?

Kristall nennen wir einen unorganisierten Naturkörper, der von ebenen, unter bestimmten Winkeln sich schneidenden Flächen begrenzt ist, und dessen Form mit seinen physikalischen Eigenschaften in gesetzmäßigem Zusammenhang steht.

C. Kristallographie.

Weitaus die größte Mehrzahl der Kristalle zeigt eine nur unvollkommene Ausbildung der Flächen. Aber auch die gut entwickelten sind keine geometrisch reinen Formen. Sehr oft ist es der Fall, daß die einzelnen Flächen ungleichmäßige Zufuhr von Mineralsubstanz bekommen, namentlich dann, wenn sich der Kristall auf einer Unterlage bildet. Durch solche ungleichmäßige Auflagerungen entsteht z. B. an Stelle eines Würfels ein rechteckiges Prisma oder eine rechteckige Tafel. Die Gestalt und Ausdehnung der Flächen kann demnach verschieden sein; es können manche Flächen fehlen, aber niemals ändert sich die Lage der Flächen zu den Achsen. Die Winkel, unter denen sich Flächen und Kanten schneiden, bleiben stets dieselben. (Versuche mit dem Goniometer!)

Was wir nun in folgendem behandeln, das sind die streng geometrischen Verhältnisse idealer Gestalten.

Nach rein morphologischen Gesichtspunkten betrachtet, können an einem Kristall Flächen, Kanten und Ecken unterschieden werden.

Flächen sind Begrenzungsebenen des Kristalls.

Kanten sind Linien, die durch das Zusammentreffen zweier Flächen entstehen.

Ecken sind Punkte, die durch das Zusammentreffen von mindestens drei Kanten entstehen.

Je zwei aneinandergrenzende Flächen schließen einen Winkel ein.

In nachfolgendem werden wir die Kristalle in Systeme einteilen; der Einteilungsgrund wird uns durch den Grad der Symmetrie der einzelnen Formen gegeben.

Eine Symmetrieebene ist eine Ebene, welche den Kristall derart in zwei Teile teilt, daß die eine Hälfte das Spiegelbild der andern wird. Die Flächen und Winkel der einen Seite müssen denen der andern entsprechen.

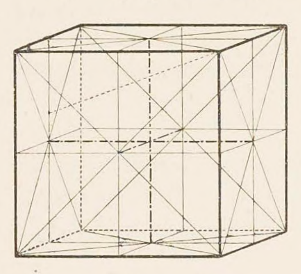


Fig. 1.

Nebenstehende Fig. 1 zeigt uns einen Würfel mit der größten Zahl der an ihm möglichen Symmetrieebenen, nämlich neun. Wir fassen nun alle Kristalle, die eine bestimmte Anzahl von Symmetrieebenen aufweisen, in Gruppen, in sogenannte Kristallsysteme, zusammen und erhalten, da wir an einem vollflächigen Kristall 9, 7, 5, 3, 1 oder 0 S. E. (Symmetrieebenen) unterscheiden, 6 Klassen:

1. Das regelmäßige System mit 9 S. E.
2. Das hexagonale System mit 7 S. E.
3. Das quadratische System mit 5 S. E.
4. Das rhombische System mit 3 S. E.
5. Das einfach symmetrische oder monokline System mit 1 S. E.
6. Das unsymmetrische oder trikline System mit 0 S. E.

Die Hauptsymmetrieebene ist eine Ebene, auf der mehrere gleichartige S. E. stehen.

Die Lage der Flächen wird dadurch bestimmt, daß man dieselben auf Achsen bezieht. Diese sind gedachte gerade Linien, die sich im Mittelpunkte des Kristalls schneiden.

Die Normale auf einer H. S. E. heißt Hauptachse.

Berücksichtigen wir nun die relative Länge, die Zahl und Lage der Achsen, so ergibt sich folgendes:

Fig. 2.

3 H. S. E. { 1. Das regelmäßige System mit 3 gleichlangen und gleichwertigen rechtwinklig aufeinanderstehenden Hauptachsen (a) 3 Hauptsymmetrieebenen und 6 Symmetrieebenen (Fig. 2).

1 H. S. E.

2. Das quadratische System mit 3 aufeinander senkrecht stehenden Achsen (1 H. S. E. und 4 S. E. senkrecht auf der Hauptebene). Zwei Achsen sind gleichlang und gleichwertig und heißen Nebenachsen (a), die dritte, die Hauptachse (c), ist länger oder kürzer (Fig. 3).

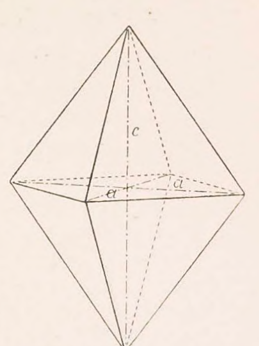


Fig. 3.

3. Das hexagonale System mit 1 Hauptachse (1 H. S. E. und 6 S. E. senkrecht auf der Hauptebene) und 3 gleichlangen, gleichwertigen, in einer Ebene liegenden Nebenachsen (a), die sich unter einem Winkel von 60 Grad schneiden. Die Hauptachse steht zu den Nebenachsen senkrecht und ist kürzer oder länger (Fig. 4).

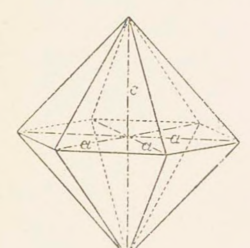


Fig. 4.

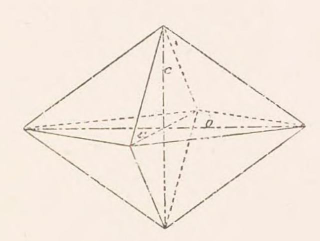


Fig. 5.

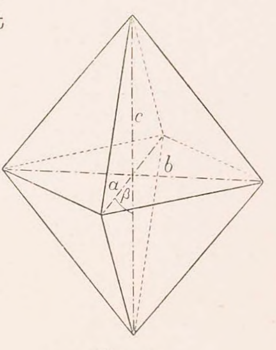


Fig. 6.

0 H. S. E.

4. Das rhombische System (3 aufeinander senkrechte S. E.) mit 3 ungleich langen, aufeinander rechtwinkligen Achsen. Jede kann Hauptachse sein (a, b, c). (Fig. 5.)

5. Das einfach symmetrische oder monokline System (1 S. E.) mit 3 ungleich langen Achsen. Zwei (a, c) schneiden sich unter einem schiefen Winkel (β), die dritte (b) steht auf beiden senkrecht (Fig. 6).

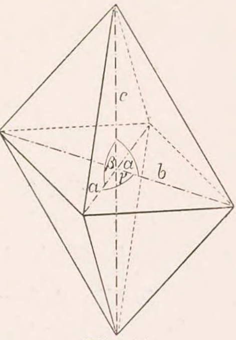


Fig. 7.

0 S. E.

6. Das unsymmetrische oder trikline System (ohne S. E.) mit 3 ungleich langen (a, b, c), unter schiefen Winkeln sich schneidenden Achsen (Fig. 7).

Jede Fläche bringt an den Achsen Abschnitte hervor, welche Parameter genannt werden (Fig. 8).

In nebenstehender Figur haben wir es mit der Fläche eines regelmäßigen Oktaeders zu tun; das Achsenkreuz ist so gedacht, daß eine Achse senkrecht und eine der beiden Horizontalen auf den Beobachter gerichtet ist. Die 3 Achsen schneiden sich rechtwinklig und werden von der Fläche ABC in gleicher Entfernung vom Achsenmittelpunkte (M) geschnitten. Demnach ist

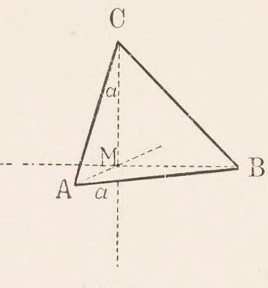
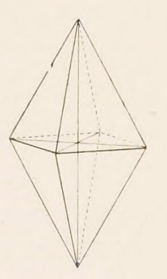
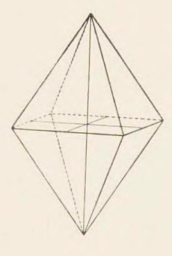


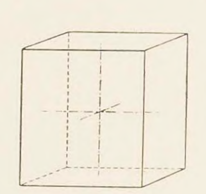
Fig. 8.

$$MA = MB = MC.$$

Die von der Oktaederfläche getroffenen Abschnitte (Parameter) verhalten sich, da $MA = a$, wie $1:1:1$ oder wie $a:a:a$. Dasselbe ist bei allen Flächen des Oktaeders der Fall. Schneidet eine Fläche an einer der 3 Achsen ein zweimal so großes Stück ab als von den beiden andern, so drücken wir das Verhältnis durch $1:1:2$ $(a:a:2a)$ aus. Die Flächen des Würfels schneiden nur eine Achse und gehen den beiden andern parallel oder treffen sie erst in unendlicher Entfernung; das Parameterverhältnis ist $a:\infty a:\infty a$ (∞ Zeichen für unendlich).


Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 11.

Jede Fläche liegt an einem Achsenkreuz, so daß sie

1. **alle** Achsen schneidet oder bei entsprechender Verlängerung schneiden könnte (Fig. 9) oder
2. nur **zwei** Achsen schneidet und einer parallel geht (Fig. 10) oder
3. nur **eine** Achse schneidet und den andern parallel geht (Fig. 11).

I. Das regelmäßige, tesserale oder kubische System.

(tessera, Würfel.)

9 Symmetrieebenen, 3 gleiche, aufeinander senkrecht stehende Achsen. Jede der 3 Achsen kann als Hauptachse angesehen werden.

a. Vollflächner oder Holoeder,

das sind Kristallformen, welche die volle Zahl der Flächen und die für das System charakteristischen Symmetrieebenen besitzen.

1. **Das Oktaeder** (okta = acht, Fig. 2 und Taf. 1, Fig. 3) wird von 8 gleichen, gleichseitigen Dreiecken umschlossen. Alle 8 Flächen zeigen gleiche Entfernung vom Achsenmittelpunkte. Der Mineraloge C. S. Weiß drückte das Parameterverhältnis durch das Symbol a : a : a aus. K. F. Naumann bezeichnete das Oktaeder mit O. In Oktaederform kristallisieren z. B. Gold (Taf. 1), Silber, Magneteisenstein.

2. **Der Würfel** oder das Hexaeder (Sechsflächner) wird von 6 Quadraten begrenzt. Jede Fläche schneidet nur eine Achse und geht den beiden andern parallel. a : ∞ a : ∞ a oder ∞ O ∞ (Naumann leitet den Würfel vom Oktaeder ab, daher das „O“). Flußspat, Schwefelkies, Steinsalz.

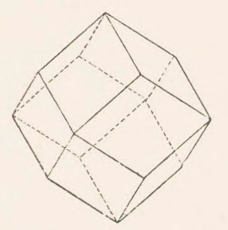


Fig. 12. ∞O

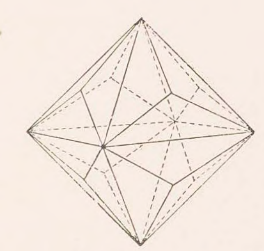


Fig. 13. m O

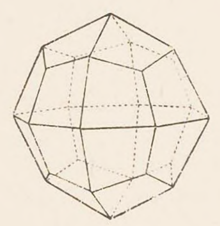
3. **Der Rautenzwölfflächner** (Rhombendodekaeder, dodeka = zwölf, Fig. 12) oder Granatoeder wird von 12 gleichen Rhomben begrenzt. Jede Fläche schneidet 2 Achsen in gleicher Entfernung vom Achsenmittelpunkte und geht der dritten parallel. a : a : ∞ a oder ∞O. Almandin (Taf. 1, Fig. 4), Rotkupfererz.

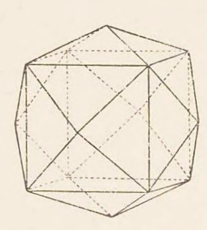
4. **Das Triakisoktaeder** (triakis = dreimal) oder Pyramidenoktaeder (Fig. 13) mit 24 gleichschenkligen Dreiecken. Jede Fläche schneidet 2 Achsen in gleicher und die dritte in größerer Entfernung ma, wobei m = 2 oder 3 usw. sein kann; daraus geht hervor, daß es verschiedene

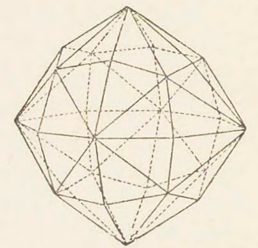
Triakisoktaeder geben kann, hingegen ist nur ein Oktaeder, ein Würfel, ein Rautenzwölfflächner (Rhombendodekaeder) möglich. Das Zeichen für das Triakisoktaeder ist a : a : m a oder m O. Im Triakisoktaeder kristallisiert der Diamant.

5. **Die Ikositetraeder** (eikosi = zwanzig, tetra = vier) haben 24 gleiche Deltoide. Jede Fläche schneidet eine Achse in der einfachen Entfernung a und die andere in der Entfernung m a, m kann 2 oder 3 sein. Das Symbol heißt a : m a : m a oder m O m. Granat (Fig. 14).

6. **Die Tetrakishexaeder** oder Pyramidenwürfel haben 24 gleichschenklige Dreiecke, 12 längere und 24 kürzere Kanten, 6 vierkantige und 8 drei- und dreikantige Ecken. Jede Fläche schneidet eine Achse in der Entfernung a, eine zweite in n a · n = 2 und geht der dritten parallel. a : n a : ∞ a oder ∞O n (Fig. 15).


Fig. 14. m O m


Fig. 15. ∞O n


Fig. 16. m O n

7. **Die Hexakisoktaeder** (Achtundvierzigflächner) mit 48 ungleichseitigen Dreiecken (Fig. 16). Jede Fläche schneidet alle 3 Achsen in ungleichen Entfernungen. a : m : n a oder m O n. Flußspat.

Kombinationen.

Eine häufige Erscheinung im Reiche der Kristalle sind die sogenannten Kombinationen.

Um sich vorzustellen, wie geometrisch eine Form durch eine andere eine Veränderung erleiden kann, wie also z. B. die Flächen des einen Körpers gewisse Stücke fortschneiden, denke man sich die beiden Körper in paralleler Stellung und berücksichtige genau die Lage der Kanten und Ecken.

Die Kanten und Ecken werden „abgestumpft“ oder „zugespitzt oder „zugeschärft“. In ersterem Falle tritt eine neue Fläche auf, in letzterem eine stumpfe Ecke oder Kante. Betrachten wir nun die hauptsächlichsten Kombinationen des regelmäßigen Systems, und legen wir

dabei als Träger (Grundform) das Oktaeder, den Würfel und den Rautenzwölfflächner (Rhombendodekaeder) zugrunde.

Fig. 17. Der Würfel stumpft dem Oktaeder die Ecken ab. $O \cdot \infty O \infty$.

Fig. 18. Das Oktaeder stumpft dem Würfel die Ecken ab. $\infty O \infty \cdot O$. Fluorit Taf. 1, Fig. 5).

Fig. 19. Das Triakisoktaeder schärft dem Oktaeder die Kanten zu. $O \cdot m O$.

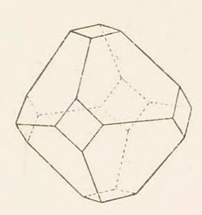


Fig. 17. $O \cdot \infty O \infty$

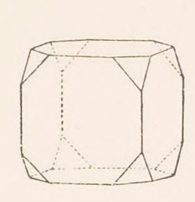


Fig. 18. $\infty O \infty \cdot O$

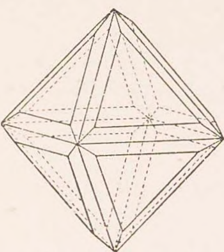


Fig. 19. $O \cdot m O$

Fig. 20. Der Rautenzwölfflächner (Rhombendodekaeder) stumpft dem Würfel die Kanten ab. $\infty O \infty \cdot \infty O$.

Fig. 21. Der Rautenzwölfflächner (Rhombendodekaeder) stumpft dem Oktaeder die Kanten ab. $O \cdot \infty O$.

Fig. 22. Das Ikositetraeder stumpft dem Rautenzwölfflächner (Rhombendodekaeder) die Kanten ab. $\infty O \cdot m O m$.

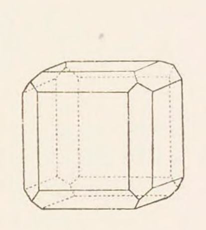


Fig. 20. $\infty O \infty \cdot \infty O$

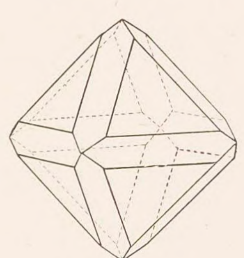


Fig. 21. $O \cdot \infty O$

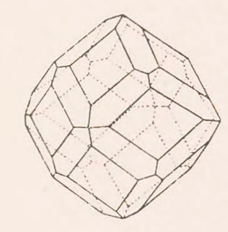


Fig. 22. $\infty O \cdot m O m$

b. Hemieder oder Halbflächner.

Bei diesen Formen fallen eine oder mehrere Gruppen gleichwertiger Symmetrieebenen fort. Man stelle sich vor, daß die eine Hälfte der Flächen ausfällt, während sich die andere stärker ausdehnt.

Entsprechend den Symmetrieverhältnissen des Systems (3 Hauptsymmetrieebenen und 6 S. E.) sind auch nur 3 Arten von Halbflächigkeit möglich.

1. Es können die 3 H. S. E. ausscheiden.
2. Es fallen die 6 S. E. fort.
3. Es kommen alle 9 S. E. in Wegfall.

Im ersten Falle verändert sich z. B. das Oktaeder.

Wenn man sich beim Oktaeder (Fig. 23) 4 sich nur in den Ecken berührende Flächen in der Weise ausgedehnt denkt, daß die übrigen 4 Flächen verschwinden, dann erhält man ein Tetraeder. $\frac{O}{2}$ oder 1/2 (a : a : a). Dehnen sich die weiß gelassenen Flächen (Fig. 23) stärker aus, dann entsteht das positive $\left(+\frac{O}{2}\right)$ (Fig. 24), dehnen sich die schraffierten aus, das negative Tetraeder $\left(-\frac{O}{2}\right)$ (Fig. 25). (Haupttetraeder, Gegentetraeder.) Die Bezeichnung positiv und negativ ist eine willkürliche.

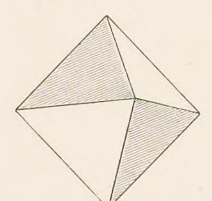


Fig. 23. O

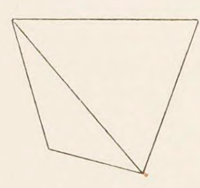


Fig. 24. $+\frac{O}{2}$

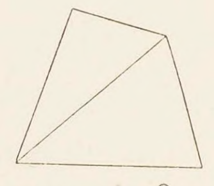


Fig. 25. $-\frac{O}{2}$

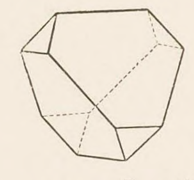


Fig. 26. $+\frac{O}{2}-\frac{O}{2}$

Das Tetraeder ist von 4 gleichseitigen Dreiecken begrenzt. Die Achsen verbinden die Mittelpunkte zweier gegenüberliegender Kanten. Bei der tetraedrischen Hemiedrie fehlt ein Zentrum der Symmetrie. (Fahlerz, Borazit).

Kombinationen

der tetraedrisch-hemiedrischen Kristallformen kommen nur mit hemiedrischen Formen zerstreut vor. Tetraeder und Gegentetraeder stumpfen sich die Ecken ab (Fig. 26).

$$+\frac{O}{2}-\frac{O}{2}.$$

Läßt man am Pyramidenwürfel (Fig. 27) die halbe Zahl der Flächen, in unserem Falle die weiß gelassenen, wachsen, so daß die andern verschwinden, so entsteht das Pentagondodekaeder (Fig. 28); im umgekehrten Falle Fig. 29.

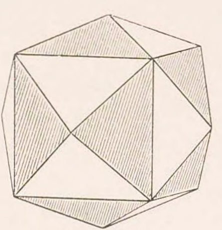


Fig. 27.

Das Pentagondodekaeder (pentagonos, fünfeckig), wegen seines Auftretens am Pyrit (Schwefelkies) auch Pyritoeder genannt, wird von 12 Fünfecken umschlossen; die Achsen verbinden die Mitten der gegenüberliegenden langen Kanten. Ein Zentrum der Symmetrie ist vorhanden.

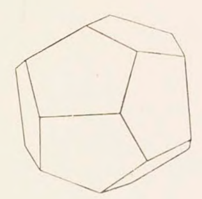


Fig. 28.

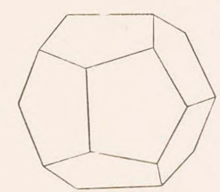


Fig. 29. $\pm \frac{\infty O n}{2}$

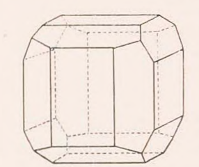


Fig. 30. $\infty O \infty \cdot \frac{\infty O n}{2}$

Kombinationen.

Dem Würfel werden durch die Flächen des Pentagondodekaeders die Kanten abgestumpft. $\infty O \infty \cdot \frac{\infty O n}{2}$. (Fig. 30.)

II. Das quadratische*) oder tetragonale System.

5 Symmetrieebenen, drei aufeinander senkrechte Achsen, von denen die 2 Nebenachsen einander gleich, also von der dritten, der Hauptachse, die länger oder kürzer sein kann, verschieden sind (Fig. 30).

Die Formen dieses Systems werden so aufgestellt, daß die Hauptachse vertikal steht und von den Nebenachsen die eine direkt auf den Beschauer gerichtet ist und die andere horizontal verläuft.

*) Der Name quadratisch bezieht sich auf die quadratische (tetragonale) Figur, die sich ergibt, wenn man durch die Horizontalachsen eine Ebene legt.

a. Vollflächner.

In diesem System kommen nicht nur geschlossene, sondern auch offene Formen vor, also Formen, die den Raum nicht allseitig begrenzen.

1. Geschlossene Formen:

Die H. S. E. geht durch die Nebenachsen. 2 S. E. gehen durch die Hauptachse und eine Nebenachse und 2 durch die Hauptachse und halbieren den Winkel der Nebenachsen.

1. Quadratische Pyramiden.

{ Pyramiden 1. Art oder Protopyramiden (Fig. 31 und 32).
{ Pyramiden 2. Art oder Deuteropyramiden (Fig. 33).

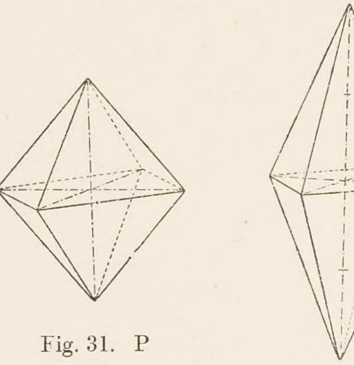


Fig. 31. P

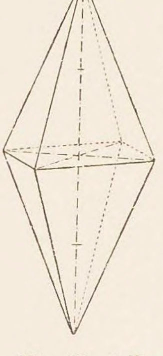


Fig. 32. 2 P

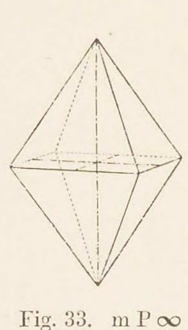


Fig. 33. m P ∞

a. Pyramiden erster Art oder Protopyramiden.

Die Nebenachsen werden in gleicher Entfernung vom Achsenmittelpunkte geschnitten und gehen von Ecke zu Ecke. Bei ein und demselben Mineral können verschiedene Protopyramiden vorkommen, jedoch lasen sie sich alle von einer Grundform a : a : c = P herleiten. In Pyramide (Fig. 32) verhält sich die Hauptachse zu der Achse der Grundform (Fig. 31) wie 2 : 1. Zeichen = 2 P. Zirkon, Zinnstein.

b. Pyramiden zweiter Art oder Deuteropyramiden.

Jede Fläche schneidet nur die Hauptachse und eine Nebenachse und geht der andern Nebenachse parallel. Die Nebenachsen gehen durch die Mitte der Seitenkanten. a : ∞ a : mc = m P ∞ (Fig. 33).

2. Offene Formen:

Unter den offenen Formen des quadratischen Systems sind zu unterscheiden:

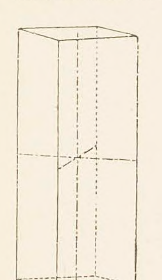


Fig. 34. ∞P

1. Das Prisma 1. Art (Protoprisma) Fig. 34, ∞P.
2. Das Prisma 2. Art (Deuteroprisma) Fig. 35, $\infty P \infty$.
3. Die Basis.

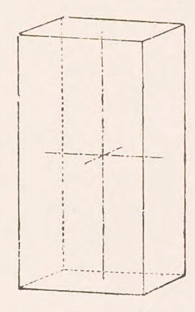


Fig. 35. $\infty P \infty$

Die quadratischen Prismen sind von 4 Flächen umschlossen. Diese schneiden sich rechtwinklig, gehen der Hauptachse parallel und schneiden sie in unendlicher Entfernung.

Protoprisma ∞P. Fig. 34.

Das Deuteroprisma $\infty P \infty$. 4 Flächen schneiden sich rechtwinklig und gehen der Hauptachse und einer Nebenachse parallel. (Abzuleiten von der entsprechenden Pyramide; die Hauptachse wird unendlich lang: Fig. 35.)

Die Basis $0P$ geht den Nebenachsen parallel. Sie kann als eine Protopyramide mit unendlich kleiner Hauptachse ($m = 0$) aufgefaßt werden. Sie tritt in den Figuren als die Endbegrenzung der Prismen auf.

Kombinationen.

Fig. 36 zeigt eine Kombination von Prisma zweiter Art und Pyramide erster Art, $\infty P \infty \cdot P$.

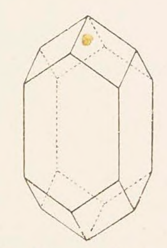


Fig. 36. $\infty P \infty \cdot P$

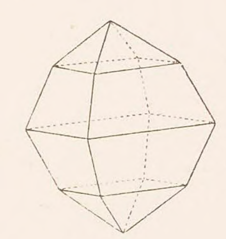


Fig. 37.

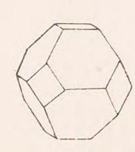


Fig. 38. $P \cdot \infty P \infty \cdot 0P$

Fig. 37 eine solche von 2 Pyramiden.

Fig. 38 die Kombination einer Protopyramide mit dem Deutero prisma und der Basis (Apophyllit). $P \cdot \infty P \infty \cdot 0P$.

Fig. 6 auf Taf. 1 zeigt uns den Apophyllit, ein auf Erzgängen und in Höhlungen von Eruptivgesteinen vorkommendes Mineral. (Bestimme die Flächen!)

b. Halbflächner.

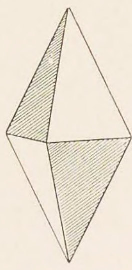


Fig. 39.

Im allgemeinen sind im quadratischen System die Hemiedrien seltener. Es sei hier nur auf eine typische Form, das Sphenoid (Keil), hingewiesen.

Fig. 39 und 40 zeigen uns eine Pyramide, von der man das positive oder negative von 4 gleichschenkligen Dreiecken umschlossene Sphenoid ableiten kann. (Vgl. die Ableitung des Tetraeders.) Kupferkies.

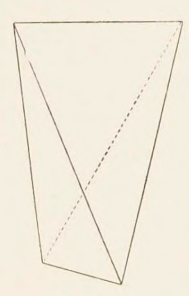


Fig. 40.

III. Das hexagonale System.

Eine Hauptachse, 3 gleiche, in einer Ebene liegende Achsen (a), die sich unter einem Winkel von 60 Grad schneiden. Die Hauptachse, welche länger oder kürzer als die Nebenachsen sein kann, steht auf diesen senkrecht. 7 Symmetrieebenen. Die H. S. E. steht auf der Hauptachse senkrecht und geht durch die Nebenachsen. Drei der S. E. gehen durch die Hauptachse und je eine Nebenachse, drei gehen durch die Hauptachse und halbieren den von zwei Nebenachsen gebildeten Winkel.

Die Aufstellung der Formen ist ähnlich wie bei dem quadratischen System. Die Hauptachse verläuft senkrecht, eine Nebenachse geht von rechts nach links.

a. Vollflächner.

1. Geschlossene Formen:

Die Pyramiden erster Stellung. Sie sind von 12 gleichschenkligen Dreiecken begrenzt. Das Zeichen für die Grundform ist $a : a : \infty a : c$ oder P (vgl. quadratisches System!). Allgemeines Zeichen für die übrigen Protopyramiden $= a : a : \infty a : mc$ oder mP. Die bekanntesten Beispiele liefert der Quarz.

Die Pyramiden zweiter Stellung. (Fig. 41.) Die Nebenachsen gehen durch die Mitte der Seitenkanten, im übrigen sind die Deuteropyramiden den Protopyramiden ähnlich. 2 a : a : 2 a : mc oder m P 2.

Die zwölfseitigen Pyramiden sind von 24 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. a : ma : na : c = m P n (Fig. 42).

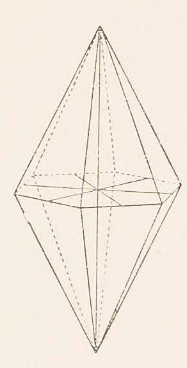


Fig. 41. m P 2

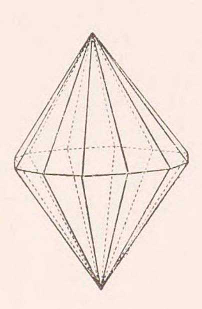


Fig. 42. m P n

2. Offene Formen:

Sie lassen sich wie die quadratischen von den geschlossenen ableiten:

Das Protoprisma a : a : ∞ a : ∞ c oder ∞ P (Fig. 43). Kalkspat.

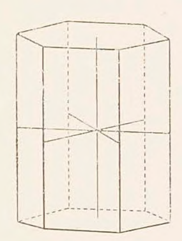


Fig. 43. ∞ P

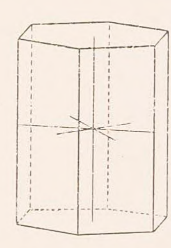


Fig. 44. ∞ P 2

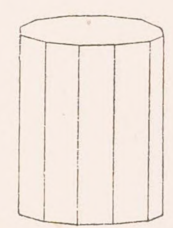


Fig. 45. ∞ P n

Das Deuteroprisma (Fig. 44) ∞ P 2 (m der Deuteropyramide wird ∞). Vergleiche Fig. 7 auf Taf. 1, Korund!

Die zwölfseitigen Prismen (Fig. 45) ∞ P n. (Abzuleiten aus der entsprechenden Pyramide, m = ∞.)

Die Basis oder **Endfläche** geht den Nebenachsen parallel und bildet in den Figuren die Endbegrenzung der Prismen. O P.

b. Halbflächner.

Im hexagonalen System sind die hemiedrischen Formen häufiger als die holoedrischen. Von den verschiedenen Möglichkeiten von Halb-

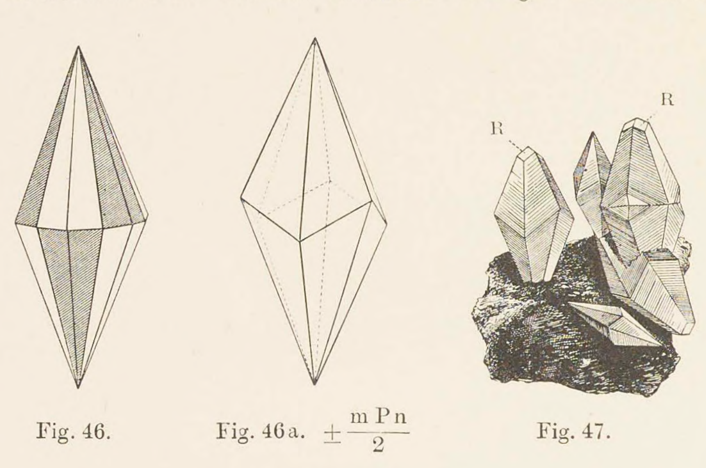


Fig. 46. Fig. 46a. $\pm \frac{m\,P\,n}{2}$ Fig. 47.

flächigkeit, welche übrigens nur die Protopyramiden und die zwölfseitige Pyramide betrifft, wollen wir nur die rhomboedrische Hemiedrie als die häufigste anführen.

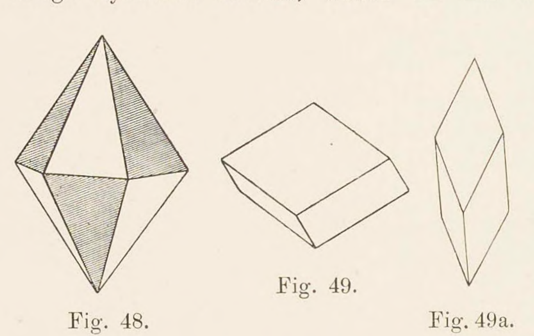


Fig. 48. Fig. 49. Fig. 49a.

Sie entsteht, wenn die H. S. E. aus den holoedrischen Formen austritt. Damit gehen auch die drei S. E., welche durch die Nebenachsen gehen, verloren.

Fig. 46a aus 46 abgeleitet, zeigt uns einen Halbflächner, der positiv oder negativ gedacht werden kann; er führt den Namen **Skalenoeder** (skalenos, schief) und wird von 12 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. Er hat ferner 18 (dreierlei) Kanten und 8 (zweierlei) Ecken. $\pm \frac{m\,P\,n}{2}$. Kalkspat (Fig. 47.)

Aus der Protopyramide entsteht durch Ausdehnen der einen und Verschwinden der anderen Flächen **das Rhomboeder** (Fig. 48, 49, 49a).

Auch hier sind wieder positive und negative Formen zu unterscheiden. Die Rhomboeder können, wie Fig. 49, 49a zeigen, stumpf oder spitz sein. Die Kristallform ist von 6 gleichen Rhomben begrenzt; sie besitzt 6 Pol- und 6 Randkanten, 2 Polecken und 6 Randecken.

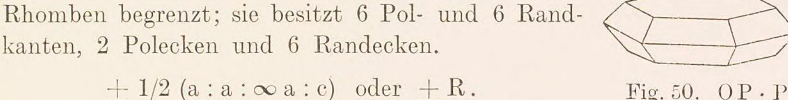


Fig. 50. $0P \cdot P$

$\pm 1/2\ (a : a : \infty a : c)$ oder $\pm R$.

Die Nebenachsen verbinden die Mittelpunkte von 2 gegenüberliegenden Randkanten. Kalkspat. Man gibt dem Rhomboeder, das man von der Protopyramide ableiten kann, nach Naumann das besondere Symbol R ($\pm$ R).

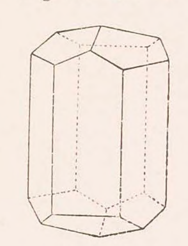


Fig. 51. $\infty P \cdot -1/2 R$

Kombinationen.

Fig. 50 zeigt $0P \cdot P$.
Fig. 51 $\infty P \cdot -1/2 R$.

IV. Das rhombische System.

(Rhombus, Raute.)

Im rhombischen System gibt es drei Symmetrieebenen und drei aufeinander rechtwinklige, ungleiche Achsen. Die Hauptachse, als welche jede der Achsen gelten kann, bezeichnet man mit c; die längere der beiden Nebenachsen nennt man Makrodiagonale (b), die kürzere, auf den Beschauer gerichtete Brachydiagonale (a). Die Basis aller Formen dieses Systems ist ein Rhombus. (Name des Systems.) Auch in diesem System haben wir geschlossene Formen (rhombische Pyramiden) und offene (Prismen) zu unterscheiden.

1. Geschlossene Formen:

Die rhombischen Pyramiden werden von 8 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. Die einmal gewählte Grundform bezeichnet man mit a : b : c oder P.

Von dieser Grundform ausgehend, sind zu unterscheiden:

a) Die **Protopyramiden,** von P durch die kürzere oder längere Vertikalachse unterschieden (a : b : mc) m P.

Ferner leiten sich ab

b. die Makropyramiden. a : nb : mc oder $m \bar{P} n$ (— über P Zeichen der Länge).

c. Die Brachypyramiden $na : b : mc$ oder $m\breve{P}n$ (˘ Zeichen der Kürze). Der Koeffizient vor P bezieht sich stets auf die Vertikalachse, der nach P auf die Makro- oder Brachydiagonale.

2. Offene Formen:

Sie entstehen, wenn m oder $n = \infty$ oder $m = 0$ wird.
Wir unterscheiden:
Prismen und **Domen** (Doma, Dach),
Pinakoide (Pinax, Täfelchen).
a) Rhombische Säule oder Prisma, **Protoprisma** ∞P.

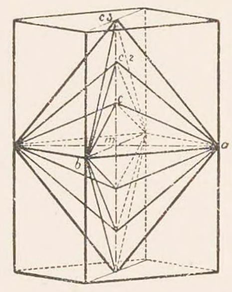


Fig. 52.

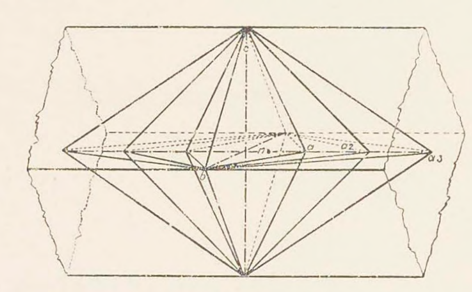


Fig. 53.

Fig. 52 zeigt die Entwicklung von der Protopyramide P durch 2 n 3 P zum Prisma ∞P. Dazu die basische Endfläche $0P$.

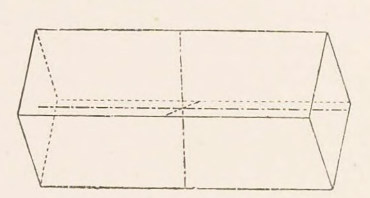


Fig. 54.

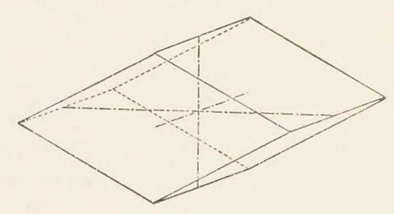


Fig. 55.

Fig. 53 veranschaulicht die Entwicklung der Querpyramide zu dem Querdoma. $P \cdot \bar{P}2\ \bar{P}3$ und $\bar{P}\infty$.

b) Die **Makroprismen** $\infty \bar{P} n$.

c) Die **Brachyprismen** $\infty \breve{P} n$. Die Makrodomen, Querprismen $m\bar{P}\infty$. Sie sind abzuleiten von $m\bar{P}n$ (n wird ∞); die Brachydomen oder Längsprismen $m\breve{P}\infty$ von $m\breve{P}n$ ($n = \infty$).

Fig. 54. Querprisma durch das Brachypinakoid oder die Längsfläche geschlossen. Diese steht zu den Makrodomen in demselben Verhältnis wie die Basis zu den vertikalen Prismen.

Fig. 55. Längsprisma durch die Querfläche geschlossen. Diese steht zu dem Längsprisma in denselben Beziehungen wie die Längsfläche zu den Querprismen.

d) Die Pinakoide, welche von zwei, 2 Achsen parallel gehenden Flächen begrenzt werden.

1. Die Längsfläche $\infty \breve{P} \infty$ geht der Längs- und der Vertikalachse parallel.

Fig. 56. Entwicklung der Längsdomen zu der Längsfläche. 3 Domen ($\breve{P} \infty \cdot 2 \breve{P} \infty \cdot 3 \breve{P} \infty$) und die Längsfläche $\infty \breve{P} \infty$.

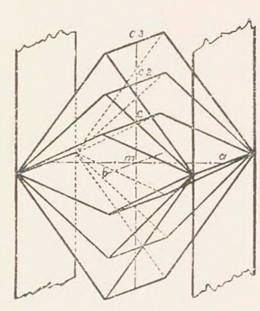


Fig. 56.

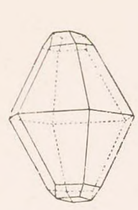


Fig. 57.

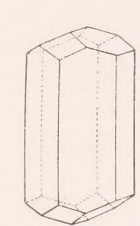


Fig. 58.

2. Das Makropinakoid (Querfläche) $\infty \breve{P} \infty$. (Ein Makroprisma, bei welchem n gleich ∞ wurde.)

Fig. 57 zeigt uns eine **Kombination** der Grundpyramide mit dem Längsprisma, einer stumpfen Pyramide und der Endfläche. $P \cdot P \breve{\infty} \cdot \frac{1}{3} P \cdot 0 P$. Schwefel. Fig. 58 ist eine Kombination von $\infty P \cdot \infty P \breve{\infty} \cdot \frac{1}{2} P \breve{\infty} \cdot \frac{1}{2} P \bar{\infty}$.

V. Das einfach-symmetrische oder monokline System.

(klinein, neigen.)

Eine Symmetrieebene, drei ungleiche Achsen a b c. Zwei davon, a und c, schneiden sich schiefwinklig, die dritte (b) ist senkrecht zu beiden (Fig. 59).

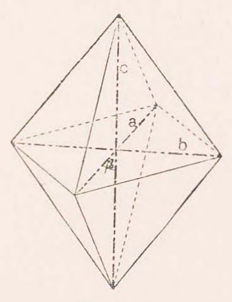


Fig. 59.

Eine der beiden schiefwinkligen Achsen (c) stellt man vertikal, während b horizontal von

rechts nach links verläuft und a auf den Beschauer gerichtet ist. Der Winkel β liegt vorne unten. Die Achse b heißt, weil sie auf c senkrecht steht, Orthodiagonale und a, weil zu c geneigt, Klinodiagonale.

In diesem System unterscheiden wir:

1. **Pyramiden,**
2. **Prismen und Domen,**
3. **Pinakoide.**

a) Die einfach-symmetrischen oder monoklinen Pyramiden sind von zweierlei ungleichseitigen Dreiecken umschlossen und haben viererlei Kanten; sie zerfallen in zwei voneinander unabhängige Hemipyramiden (positive und negative Hemipyramiden), so daß in Wirklichkeit eine einfach-symmetrische oder monokline Pyramide nicht existiert.

Fig. 60.

Wie beim rhombischen System, leitet man auch hier von der Grundform $\pm P$ eine Reihe von Protopyramiden ab $\pm$ und von diesen wieder durch Verlängerung der Orthodiagonale die Orthopyramide $\pm m \bar{P} n$ (a : nb : mc) und durch Verlängerung der Klinodiagonale die Klinopyramide $\pm m \grave{P} n$ (na : b : mc).

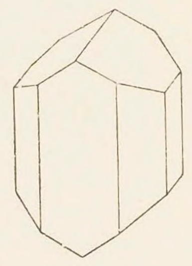


Fig. 61.

b) Die Prismen. Hier unterscheiden wir:

Das Protoprisma ∞P (aus den Hemipyramiden herzuleiten, m wird $= \infty$).

Die Orthoprismen $\infty \bar{P} n$.

Die Klinoprismen $\infty \grave{P} n$.

Die Klinodomen oder Längsprismen (aus den Klinopyramiden herzuleiten, indem $n = \infty$ wird) $m \grave{P} \infty$.

Die Orthodomen oder Querprismen $m \bar{P} \infty$. Fig. 60.

c) Die Pinakoide von 2 Flächen begrenzt, welche 2 Achsen parallel gehen.

Klinopinakoide oder Längsflächen $\infty \grave{P} \infty$.

Orthopinakoide oder Querflächen $\infty \bar{P} \infty$.

d) Die Basis OP.

Fig. 61 zeigt uns eine Kombination von Prisma, Querfläche, Längsfläche und Längsprisma. Augit.

VI. Das unsymmetrische oder trikline System.

Keine Symmetrieebene, die drei ungleichen Achsen schneiden sich schiefwinklig.

Eine Achse wählt man zur Vertikalachse, die beiden andern unterscheidet man wie im rhombischen System als Makro- (b) und Brachydiagonale (a), welch letztere man dem Beschauer zukehrt.

Jede unsymmetrische oder trikline Pyramide zerfällt in 4 verschiedene Flächenpaare (4 Viertelpyramiden), und zwar sind die 4 Formen voneinander unabhängig (Fig. 62).

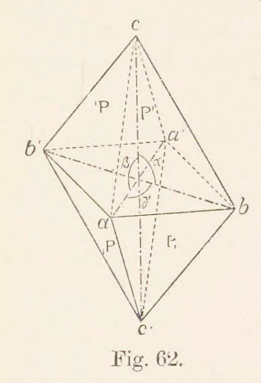
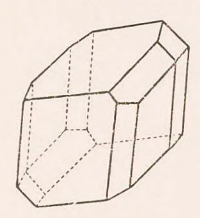


Fig. 62.

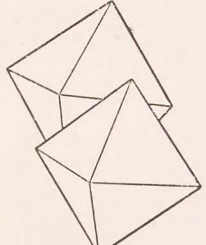
Wie im rhombischen System, werden auch hier von der Grundform, die allerdings zusammengesetzt ist, die übrigen Formen abgeleitet.

Die Prismen gehen aus den Pyramiden hervor, wenn m = ∞ wird. Sie bestehen aus zwei Hemiprismen, einem rechten und einem linken; von den Makro- und Brachypyramiden werden die Makro- und Brachyprismen abgeleitet. Makro- und Brachydomen entstehen, wenn n = ∞ wird.


Fig. 63.

Endlich gibt es auch hier Pinakoide: die Basis, das Makro- und Brachypinakoid.

Fig. 63 zeigt eine Kombination von folgenden Flächen: linkes und rechtes Hemiprisma, linke und rechte obere Viertelpyramide, die Querfläche, Längsfläche und das Hemidoma.


Fig. 64.

Zwillinge.

Die Verwachsung von Kristallen gleicher Art ist eine häufige Erscheinung. Nicht selten finden wir Individuen, die sich auf gemeinsamer Grundlage erheben, und daher also nicht imstande waren, ihre Flächen auszudehnen. (Kristallgruppen oder Drusen, Taf. 2, Fig. 1.) Eine andere Erscheinung zeigt uns z. B. Fig. 64. Hier findet sich schon mehr Regelmäßigkeit, und wir können von einer parallelen Lagerung sprechen. Endlich existieren Formen, die uns eine Verwachsung von 2 oder mehreren Kristallen in bestimmter gesetzmäßiger Weise zeigen, die

sog. Zwillinge. Diese Verwachsung ist derartig, daß einzelne Flächen des einen Kristalles denen des andern parallel gehen. Es sind also die beiden den Zwilling bildenden Kristalle zu irgend einer an ihnen vorhandenen Kristallfläche parallel gestellt, und somit verhält sich der eine Kristall zum andern wie ein Gegenstand zu seinem Spiegelbilde. Die Fläche, welche beiden Kristallen gemeinsam ist, heißt Zwillingsebene, und eine dazu senkrechte Linie nennt man Zwillingsachse. Vgl. Fig. 64 (2 Oktaeder). Fig. 65 veranschaulicht die Zwillingsgestalt des Gipses (der eine Kristall ist um 180 Grad gedreht). Vgl. Holzmodelle, welche eine Drehung der einen Hälfte gegen die andere gestatten! Größe und Art der Verwachsung der beiden Kristalle kann eine ganz verschiedene sein, sie können gleich oder ungleich groß sein, sich berühren oder durchkreuzen. (Berührungs- und Durchwachsungszwillinge Fig. 66.)

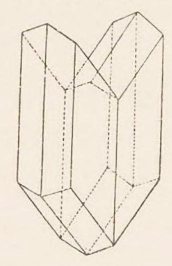


Fig. 65.

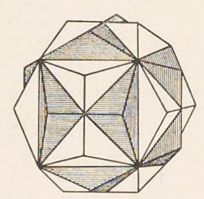


Fig. 66.

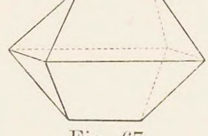


Fig. 67.

Durch eine Verwachsung von drei oder vier Kristallen entstehen Drillinge und Vierlinge.

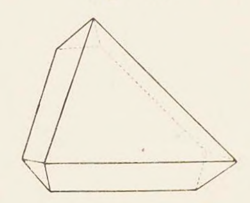


Fig. 68.

Unregelmäßigkeiten der Kristalle.

Es ist eine häufige Erscheinung, daß einzelne Kristallflächen auf Kosten der benachbarten so stark ausgebildet werden, daß diese ganz verschwinden. Fig. 67 und 68 zeigen uns Verzerrungen eines regelmäßigen Oktaeders. Eine andere Unregelmäßigkeit lassen jene Kristalle erkennen, welche, wie Fig. 69, eine gleichmäßige Streifung, parallele Rinnen zeigen. Diese, im übrigen in aller Unregelmäßigkeit auftretenden Linien erweisen sich als unvollständig entwickelte Flächen.



Fig. 69.

Nicht selten finden wir Kristalle mit zurückgebliebenen trichterförmig vertieften Flächen (Fig. 70, Steinsalz).

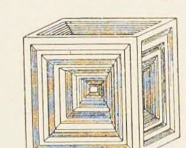


Fig. 70.

Bisweilen zeigen die Kristalle Krümmungen der Flächen wie Eisenspat oder Braunspat oder Knickungen wie Gips. Endlich ist noch auf die eingeschlossenen Fremdkörperchen hinzuweisen. Solche Einlage-

rungen können fester, flüssiger oder gasförmiger Natur und oft so klein sein, daß sie erst bei tausendfacher Vergrößerung sichtbar werden. Vielfach sind sie geradezu ausschlaggebend für die Farbe des betreffenden Minerals. So wird Karnallit durch Eisenglimmereinschlüsse rot, Bergkristall durch Chloritstückchen bisweilen grün gefärbt. Nadelförmige Einlagerungen im Quarz zeigt uns Fig. 8 auf Taf. 1.

D. Von den physikalischen Eigenschaften der Mineralien.

Waren es bisher lediglich geometrische Betrachtungen, die wir an den Mineralien angestellt haben, so werden wir nun in folgendem unsere Naturkörper noch von einem anderen Gesichtspunkte, dem physikalischen anzusehen haben.

Jeder feste Körper setzt der mechanischen Teilung einen mehr oder minder großen Widerstand entgegen. Diese Eigenschaft nennt man Kohäsion. Der Widerstand ist bei den Kristallen insofern ein wechselnder, als die einzelnen Richtungen in unseren unorganischen Individuen verschiedene Kohäsion aufweisen. Versucht man nämlich mit einem Messer oder einem Meißel auf ein Mineral mechanisch einzuwirken, so zeigt sich, daß man nach der einen Richtung viel leichter Teile spalten kann als nach der andern. Die Eigenschaft der Kristalle, sich nach ebenen Flächen trennen zu lassen, nennt man **Spaltbarkeit.** Diesen Ausdruck hat man mit Rücksicht auf die durch das Messer vollkommener auszuführende Tätigkeit gewählt; durch die Anwendung des Hammers z. B. erhält man mehr oder minder unvollkommene Flächen.

Die durch das Spalten entstandenen Flächen nennt man **Spaltungsflächen.** Diese haben die Lage von Kristallflächen und gehen solchen parallel.

Beispiele: Aus einem Steinsalzwürfel können leicht kleinere Würfel herausgespalten werden, indem man das Messer parallel zu einer Fläche ansetzt und mit einem Hammer darauf schlägt. Jeder Würfel läßt sich wieder in derselben Art spalten. Ein Flußspatwürfel dagegen spaltet merkwürdigerweise nicht nach den Würfelflächen, sondern nach den Oktaederflächen, und es ist ganz gleichgültig, welche Flußspatform man wählt, immer ergibt sich als Spaltungsprodukt ein Oktaeder. Vom Glimmer kann man beliebig viel Blättchen ohne Mühe abtrennen, er ist nach der Basis spaltbar.

Da jede Mineralart nur eine oder nur wenig Spaltungsformen hat, so ist die Spaltbarkeit ein wichtiges Mittel, Mineralien zu erkennen und zu bestimmen. Gleichviel, ob ein Mineral in den verschiedensten Formen kristallisiert, ob seine Kristalle noch so unvollkommen sind, oder das Mineral kristallinisch ist, die Spaltbarkeit wird in vielen Fällen Aufschluß zu geben vermögen, und die Spaltungsflächen sind selbst bei unvollkommenen Stücken so vollkommen als bei regelmäßigen Körpern.

Nicht jedem Material kommt die Spaltbarkeit in gleichem Maße zu. Sie ist entweder höchst vollkommen (Glimmer), sehr vollkommen (Flußspat), vollkommen (Kryolith), unvollkommen (Quarz). Bei letzterem erhält man nur unebene Bruchflächen.

Die Annahme, daß die Spaltungsflächen bereits im Kristall vorhanden wären und nur eines mechanischen Anstoßes bedürfen, ist eine ganz irrige und würde im Widerspruche zu der Tatsache stehen, daß alle Kristalle einheitlich sind. Bei manchen schwer spaltbaren Mineralien, wie Rubin, Quarz u. a., erhält man keine oder nur unebene Bruchflächen von charakteristischer Beschaffenheit. Dasselbe ist der Fall bei allen amorphen Mineralien und bei jenen Kristallen, welche nach anderen als den Spaltungsrichtungen zerbrochen werden.

Der Bruch ist muschelig (Feuerstein), eben (Jaspis), uneben (Schwefelkies), splitterig (Chalzedon), hakig (Silber), erdig (Kreide).

Wenn man eine Stahlspitze (eine nicht zu spitze Nadel) auf ein Spaltblättchen oder eine Fläche eines nicht zu harten Kristalls setzt und einen kurzen Schlag auf die Stahlspitze ausführt, so entstehen, von der Schlagstelle auslaufend, geradlinige Risse, die eine ganz bestimmte Richtung haben, und die für die einzelnen Mineralien charakteristisch und für deren Bestimmung von Bedeutung sind.

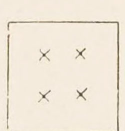


Fig. 71.

Fig. 71 zeigt z. B. Schlagfiguren von Steinsalz.

Härte (H.) nennen wir den Widerstand, welchen ein Mineral dem Eindringen eines andern Körpers entgegensetzt. Ritzt man z. B. mit einem Messer verschiedene Mineralien, so findet man, daß dasselbe in das eine leicht, in das andere schwer und in das dritte womöglich gar nicht eindringen kann. Die Härte ist demnach verschieden. In dieser Eigenschaft hat man ein wichtiges Bestimmungsmittel erkannt, und hat nach dem Mineralogen Mohs eine Härteskala angenommen, nach welcher jedes folgende Mineral das vorhergehende ritzt.

1. Talk.	6. Feldspat.
2. Steinsalz.	7. Quarz.
3. Kalkspat.	8. Topas.
4. Flußspat.	9. Korund.
5. Apatit.	10. Diamant.

1 und 2 werden schon mit dem Fingernagel geritzt, 6 kann noch mit dem Messer geritzt werden. Die Mineralien mit H. über 6 geben am Stahl Funken. Interessant ist die Tatsache, daß die Spaltungsflächen geringere Härte haben als die anderen (Gips, Glimmer), und daß ferner ein und dieselbe Fläche nach den verschiedenen Richtungen sich verschieden verhält.

Eine andere Art von Kohäsion offenbart sich durch den vorsichtigen Angriff von lösenden oder zersetzend einwirkenden Substanzen auf die Mineralien. Durch bestimmte Flüssigkeiten oder Dämpfe werden die Flächen in der Weise angegriffen oder angeätzt, daß mikroskopisch kleine, von ebenen Flächen begrenzte Vertiefungen, die sogenannten Ätzfiguren, entstehen. Sie sind auf ein und derselben Fläche (bei vorausgesetzter Homogenität) ähnlich, haben eine parallele Lage und sind gleichartig auf gleichwertigen, verschiedenartig auf verschiedenwertigen Flächen. Die Ätzfiguren stehen mit den Symmetrieverhältnissen der Kristalle in innigstem Zusammenhang und geben in zweifelhaften Fällen ein vortreffliches Mittel zur Feststellung des Systems. Für ihre Wichtigkeit spricht der Umstand, daß die Kristallisation mancher Mineralien, wie z. B. die des Glimmers, erst durch die Ätzfiguren richtig erkannt wurde.

Fig. 72 zeigt uns Ätzfiguren eines Steinsalzwürfels, die wie die Würfelflächen 4 Symmetrielinien besitzen.

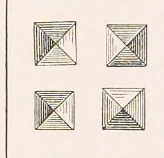


Fig. 72.

Tenazität oder Zähigkeit nennt man den Widerstand, den die Mineralien dem Ritzen, Schneiden, Biegen entgegensetzen.

Spröde nennen wir ein Mineral, wenn eine durch ein spitzes Instrument bewirkte Unterbrechung des Zusammenhangs sich in Risse und Sprünge fortsetzt und ein Abspringen von Splittern zur Folge hat. Quarz, Zinkblende, Kalkspat (Glas).

Mild, wenn sich kein Pulver bildet und die Teilchen im Zusammenhang bleiben. Blei.

Dehnbar, wenn sich das Mineral zu dünnen Blättchen hämmern läßt. Kupfer, Blei.

Biegsam, wenn dünne Blättchen gebogen werden, ohne daß sie in ihre frühere Form zurückkehren. Talg.

Elastisch, wenn dünne Blättchen sich biegen lassen, aber nach dem Zusammendrücken in ihre alte Form zurückschnellen. Glimmer.

Spezifisches Gewicht.

Die verschiedenen Varietäten ein und desselben Minerals haben bei gleicher Temperatur ein nahezu gleiches spezifisches Gewicht. Für unsere Zwecke reicht die Bestimmung mit der hydrostatischen Wage aus. Man wiegt zunächst den Körper in der Luft, hernach an einem Faden in reinem Wasser und berechnet das spezifische Gewicht nach der Formel:

spez. Gew. = absolutes Gewicht durch Gewichtsverlust.

Um eine möglichst genaue Bestimmung zu erzielen, hat man zu beachten, daß das betreffende Mineral rein, frisch und frei von Höhlungen ist. Ferner muß es vor der Wägung im Wasser benetzt und womöglich, um anhaftende Luft zu vertreiben, gekocht werden. Mitunter macht sich eine Zerkleinerung (wenn es Wasser einsaugt) oder eine Durchdringung mit Wasser notwendig.

Die optischen Eigenschaften der Mineralien.

Unter den optischen Eigenschaften der Mineralien hat man wegen der leichten Wahrnehmbarkeit und wegen ihres Vorkommens sowohl bei kristallinischen als auch bei amorphen Mineralien von jeher dreien einen besonderen Wert beigelegt, nämlich dem **Glanz,** der **Farbe** und der **Durchsichtigkeit.**

Der Glanz beruht auf der spiegelnden Reflexion des Lichtes an den mehr oder weniger glatten Oberflächen.

Metallglanz tritt nur an undurchsichtigen Kristallen auf, z. B. an Gold, Bleiglanz, Schwefelkies. Diamantglanz kommt an durchsichtigen oder durchscheinenden Flächen vor; Diamant. Die am häufigsten auftretende Art von Glanz ist die des gewöhnlichen Glases (Glasglanz), sie findet sich z. B. am Quarz. Fettglanz kommt häufig an Bruchflächen des Schwefels vor.

Der milde Glanz der Perlmutter, Perlmutterglanz, tritt an Flächen mit vollkommener Spaltbarkeit auf. Ein treffliches Beispiel liefert der nach der Basis spaltbare Glimmer. Seidenglanz zeigen kristallinische Massen, wie Amiant und Fasergips.

Hinsichtlich der Farbe der Mineralien sind 3 Fälle zu unterscheiden. Es gibt:

1. Mineralien mit Eigenfarbe, die ihrer Substanz zugehört und daher auch in allen Formen ihres Vorkommens auftritt; Metalle, Kiese, Glanze.

2. Farblose Mineralien, die wasserhell bis weiß sind. Eis, Steinsalz, Quarz, und

3. gefärbte Mineralien. Durch chemisch aufgelöste oder mechanisch beigemengte Pigmente, die bei der Bildung der Individuen aufgenommen wurden, werden Varietäten von sonst farblosen Mineralien, wie Quarz, Kalkspat, Fluß-

spat, Gips, Diamant, verschiedentlich gefärbt, ja es kommt bisweilen vor, daß ein und dasselbe Mineral aus Schichten von verschiedener Färbung besteht. Hauptsächlich sind es Eisen-, Mangan- und Chromverbindungen, welche die Färbung erzielen, und zwar färben Eisenverbindungen gelb, braun, rot, grün, Manganverbindungen violett, Chromverbindungen gelb, grün, rot.

Bisweilen kommt es vor, daß Kristalle nach verschiedenen Richtungen verschieden gefärbt erscheinen. Sieht man z. B. durch Turmalin senkrecht zur Achse hindurch, so erscheint er braun, sieht man aber parallel zu den Prismenflächen, dann ist er schwarz und undurchsichtig. Beryll erscheint blaßgrün, wenn man senkrecht zur Achse hindurchsieht; himmelblau, parallel zur Achse gesehen. Diese Erscheinung der Zweifarbigkeit bezeichnet man als *Dichroismus*. Auch *Trichroismus* kommt vor. Bei regelmäßigen und amorphen Kristallen tritt diese Erscheinung nicht auf.

Die *Durchsichtigkeit* kann sich in verschiedenen Graden zeigen. (Durchsichtig, durchscheinend, kantendurchscheinend.)

Strich. Streicht man mit einem farbigen Mineral über eine Fläche, am geeignetsten über eine matte Porzellantafel, so entsteht der sog. Strich (Pulver), der für das betreffende Mineral charakteristisch und infolgedessen für die Bestimmung nicht unwesentlich ist. Er ist farbig, wenn das Mineral von Natur farbig, weiß oder grau, wenn es durch fremde Substanz gefärbt ist. (Über andere optische Eigenschaften vgl. Kalkspat!)

Verhalten der Mineralien gegen Wärme.

Wie die Lichtstrahlen, so werden auch die Wärmestrahlen von den Kristallflächen reflektiert oder beim Eintritt gebrochen. In Bezug darauf, daß die Wärmestrahlen durchgelassen oder zurückgehalten werden, sind die einzelnen Kristalle sehr verschieden. Steinsalz läßt die Wärmestrahlen möglichst vollkommen durch; Alaun und Eiskristalle erweisen sich als gegenteilig.

Ebenso ergeben sich hinsichtlich der Fähigkeit, Wärme zu leiten, große Unterschiede. Gediegene Metalle sind gute, Quarz oder gar Gips schlechte Wärmeleiter. Gute Wärmeleiter (Diamant) fühlen sich kälter an als schlechte, weil sie der Hand rasch Wärme entziehen. Damit ist durch das Gefühl ein Unterscheidungsmittel zwischen echtem und künstlichem Diamant (Glasimitation) gegeben.

Amorphe Körper und Kristalle des regelmäßigen Systems leiten die Wärme nach allen Richtungen gleichmäßig fort und dehnen sich beim Erwärmen gleichmäßig aus. Anders verhalten sich die Kristalle der übrigen Systeme.

Bei ihnen ist die Ausdehnung sowohl als auch die Wärmeleitung eine ungleichmäßige.

Bedeckt man ein Glimmerplättchen auf der einen Seite mit Wachs und erhitzt sodann die unbedeckte Seite mit einem spitzen Eisenstäbchen, so bildet sich an der Wachsschicht eine Ellipse. Bei regelmäßigen Kristallen würde unter diesen Umständen ein Kreis entstehen. In ersterem Falle schreitet die Wärme ungleichmäßig fort, in letzterem haben wir gleichmäßige Leitungsfähigkeit.

Fast alle physikalischen Eigenschaften der Kristalle (das spez. Gewicht ausgenommen) stehen in einem engen gesetzlichen Zusammenhang mit ihren geometrisch-kristallographischen Formen, so daß man den Satz aufstellen kann: geometrisch-kristallographisch gleichwertige Richtungen verhalten sich in jeder Hinsicht auch physikalisch gleich.

E. Von den chemischen Eigenschaften der Mineralien.

Die Substanz, aus welcher die Mineralien bestehen, ist eine einheitliche und gleichartige. Sie ist entweder ein einfacher, chemisch nicht weiter zerlegbarer Stoff, ein Grundstoff oder Element, oder sie besteht aus mehreren Grundstoffen, die sich nach bestimmten Gesetzen zu chemischen Verbindungen vereinigt haben. Gegenwärtig kennt man zirka 70 solcher Elemente, die sich in Metalloide und Metalle einteilen lassen.

1. Zu den Metalloiden gehören: Fluor, Chlor, Sauerstoff, Stickstoff (Gase); Brom (flüssig), Jod, Schwefel, Phosphor, Antimon, Arsen, Kohlenstoff, Silizium (feste Körper).

2. Metalle sind: Kalium, Natrium Barium, Strontium, Kalzium, Magnesium, Aluminium, Zirkon (Leichtmetalle);

Mangan, Chrom, Wismut, Zink, Zinn, Blei, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer (unedle Metalle); Quecksilber, Silber, Gold, Platin (edle Metalle).

Verhältnismäßig wenig Mineralien bestehen aus Grundstoffen; weitaus die größte Zahl sind chemische Verbindungen, d. i. eine Vereinigung von mindestens 2 Elementen zu einer Substanz mit völlig neuen Eigenschaften. So ist z. B. unser Steinsalz eine Verbindung des grünlichgelben Gases Chlor und des Metalles Natrium. Abgesehen

von den großen physikalischen und chemischen Unterschieden, wie sie der neue Körper gegenüber seinen Elementen zeigt, finden sich nicht minder bedeutende physiologische. Zwei starke Gifte haben sich zu einem dem Organismus förderlichen Salz verbunden.

Nachstehende Tabelle gibt uns die bekanntesten Elemente nebst ihrer abgekürzten Bezeichnung und dem Atomgewicht an:

Name	Zeichen	Atomgewicht
Aluminium	Al	27,0
Antimon (Stibium)	Sb	119,6
Arsen	As	74,4
Barium	Ba	136,9
Blei (Plumbum)	Pb	206,4
Bor	B	10,9
Brom	Br	79,75
Chlor	Cl	35,18
Chrom	Cr	52,45
Eisen (Ferrum)	Fe	55,6
Fluor	F	19,06
Gold (Aurum)	Au	195,7
Jod	J	125,9
Kalium	K	39,0
Kalzium (Calcium)	Ca	39,91
Kobalt	Co	58,6
Kohlenstoff (Carbonium)	C	11,97
Kupfer (Cuprum)	Cu	63,18
Magnesium	Mg	24,3
Mangan	Mn	54,8
Natrium	Na	23,0
Nickel	Ni	58,6
Phosphor	P	30,96
Platin	Pt	193,3
Quecksilber (Hydrargyrum)	Hg	198,8
Sauerstoff (Oxygenium)	O	15,88
Schwefel (Sulfur)	S	31,98
Silber (Argentum)	Ag	107,66
Silizium	Si	28,3
Stickstoff (Nitrogenium)	N	14,0
Strontium	Sr	87,3
Wasserstoff (Hydrogenium)	H	1,0
Zink	Zn	65,0
Zinn (Stannum)	Sn	117,8

Polymorphismus (Vielgestaltigkeit).

Nicht selten kommt es vor, daß ein und dieselbe chemische Verbindung in verschiedenen Kristallsystemen auftritt und dabei verschiedene physikalische Eigenschaften zeigt. Diese Erscheinung nennt man Polymorphie. Ein bekanntes Beispiel von Dimorphismus (Zweigestaltigkeit) zeigt uns der Schwefel. Kohlensaurer Kalk kristallisiert sowohl hexagonal-rhomboedrisch (Kalkspat) als auch rhombisch und führt dann den Namen Aragonit. In ersterem Falle ist er leicht spaltbar, in letzterem undeutlich. Man nimmt an, daß sich die hexagonale Form aus kalten, die rhombische dagegen aus warmen Lösungen ausgeschieden hat. Schwefel erhält man durch Schmelzen und darauffolgendes Erkaltenlassen in einfach symmetrischer oder monokliner Form (Durchstoßen der oberflächlichen Schichte), durch Auflösen in Schwefelkohlenstoff und langsames Verdunsten der Lösungsflüssigkeit in rhombischen Kristallformen. Titansäure kann sogar in drei Formen (Trimorphismus) auftreten: 1. als Rutil, 2. als Anatas (beide quadratisch) und drittens als Brookit (rhombisch).

Isomorphismus (Gleichgestaltigkeit).

Im Jahre 1819 entdeckte Mitscherlich eine merkwürdige Beziehung zwischen der Form der Kristalle und ihrer chemischen Zusammensetzung. Er fand, daß die Kristallformen chemisch ähnlicher Körper gleich oder nahezu gleich sind. Bei analoger chemischer Konstitution, wie sie z. B. die Körper von

Kalkspat $CaCO_3$
Magnesit $MgCO_3$
Eisenspat $FeCO_3$
Manganspat $MnCO_3$ usw.

zeigen, besteht eine weitgehende Übereinstimmung in der Form. Sie kristallisieren in demselben System mit fast übereinstimmenden Achsen und Winkelverhältnissen. Man nennt diese Erscheinung Isomorphismus (Gleichgestaltigkeit). Isomorphe Körper, die dem regelmäßigen System angehören, haben absolut gleiche Winkel, weil alle Kristalle dieses Systems dieselben Winkel besitzen.

Es können auch 2 isomorphe Substanzen, wie z. B. Kali- und Natronsalpeter, KNO_3 und $NaNO_3$, einen zwei- bis dreifachen Isomorphismus zeigen. Genannte Salze kristallisieren hexagonal und rhombisch und stimmen in ihren Formen überein, so daß man von einem Isodimorphismus bzw. Isotrimorphismus sprechen kann.

Phosphorsalz- und Boraxperlen.

Eine Menge von Metalloxyden erteilen bei höheren Temperaturen dem Natrium-Ammonium-Phosphat und dem Borax unter bestimmten Bedingungen charakteristische Färbungen. Zu diesem Zwecke schmilzt man nämlich an dem zu einem kleinen Öhr umgebogenen Platindraht eine geringe Menge Borax oder Phosphorsalz zu einer kleinen Perle, bringt diese in heißem Zustand mit einer kleinen Quantität der zu prüfenden Substanz zusammen und erhitzt schließlich das Gemenge in (dem Oxydations- oder Reduktionsteil) der Bunsenflamme. Es erfolgt eine chemische Veränderung der Substanzen, die sich äußerlich durch die Farbenveränderung zeigt. Je nachdem, ob in dem äußeren leuchtenden Mantel oder in dem inneren nicht leuchtenden Teil erhitzt wird, ist die Färbung verschieden. Der innere Teil weist nur eine unvollständige Verbrennung auf; es fehlt an Sauerstoff, und daher werden z. B. solche Metalloxyde, welche diesen abgeben können, reduziert und als freie Metalle abgeschieden. (Reduktionsflamme.) Der äußere Teil der Flamme, in welchem eine vollständige Verbrennung der Gase stattfindet, oxydiert und heißt Oxydationsflamme.

Phosphorsalzperlen.

	Farblos	Gelb	Grün	Blau	Rot	Violett
Oxydationsflamme	Alkali- und Erdalkalimetalle, Aluminium, Zink, Blei, Arsen, Antimon, Zinn, Quecksilber, Kieselsäure, (Kieselskelett)	Silber	Chrom Kupfer	Kobalt	Eisen	Mangan
Reduktionsflamme	Alkali- und Erdalkalimetalle, Aluminium, Mangan, Arsen, Zinn, Quecksilber, Kieselsäure, (Kieselskelett)		Chrom Eisen (heiß rötlich, dann flaschengrün, kalt fast farblos)	Kobalt	Kupfer	

Boraxperlen.

	Farblos	Gelb	Grün	Blau	Rot	Violett
Oxydationsflamme	Alkali- und Erdalkalimetalle, Aluminium, Arsen, Zinn, Silber, Quecksilber, Kieselsäure (ohne Skelett)	Zink Blei Wismut Antimon	Chrom Kupfer	Kobalt	Eisen Nickel (kalt rotbraun)	Mangan
Reduktionsflamme	Alkali- und Erdalkalimetalle, Aluminium, Mangan, Arsen, Zinn, Quecksilber, Kieselsäure		Chrom Eisen	Kobalt	Kupfer	

F. Systematik.

Bei der Einteilung der Mineralien treten die morphologischen Eigenschaften in den Hintergrund, einmal deshalb, weil die große Masse der Mineralien einer freien Formenentwicklung entbehrt, und dann aus einem anderen Grunde, der den Stoff betrifft. Durch Gruppierung nach ähnlichen Kristallformen würde man chemisch unähnliche Körper zusammenwürfeln und ähnliche Stoffe trennen, und deshalb ist für die Klassifikation die chemische Zusammensetzung maßgebend *). Wir teilen die Mineralien in folgende Klassen:

I. Elemente.
II. Sulfide.
III. Oxyde (Hydroxyde).
IV. Haloide.
V. Sauerstoffverbindungen { Karbonate. / Nitrate. Borate. Phosphate. / Sulfate. / Silikate. }

*) Wenn in folgendem vorstehende Klassifikation durchbrochen wird, so geschieht das z. T. aus rein unterrichtlichen Zwecken, z. T. mit Berücksichtigung der gemeinsamen Fundorte und der technischen Verwendung verschiedener Verbindungen ein und desselben Elementes. Aus diesem Grunde werden z. B. manche Elemente zusammen mit ihren Schwefel-, Sauerstoff- und anderen Verbindungen betrachtet.

I. Klasse. Elemente.

Kohlenstoff (C).

In vielen Tausenden von Verbindungen, wie sie kein Element einzugehen imstande ist, findet sich der Kohlenstoff in der Natur vor. Während er aber in der anorganischen Natur in verhältnismäßig einfachen Formen auftritt, haben wir es bei der Tier- und Pflanzenwelt mit den kompliziertesten Verbindungen zu tun, ja, man kann sagen mit Verhältnissen, die der Wissenschaft wohl stets ein Rätsel bleiben werden. Als einfache Verbindung, nämlich als CO_2 (Kohlendioxyd) nimmt die Pflanze von ihrer Umgebung den Kohlenstoff auf und verarbeitet denselben mit Wasser zu den für ihren Lebensunterhalt wichtigen Produkten Zucker und Stärke. Sie braucht ihn zum Aufbau der Cellulose, zur Bereitung von Fetten, Eiweiß, Farbstoffen usw. Von derselben Wichtigkeit ist er für das Tier, das ihn entweder direkt (Pflanzenfresser) oder indirekt von der Pflanze (Fleischfresser) bezieht. Beide Arten von Organismen müssen daher einen hohen Prozentsatz an Kohlenstoff aufweisen. Glüht man solche Körper unter Luftabschluß, dann kann man den Kohlenstoff leicht nachweisen. Auch in der Natur fanden und finden fortwährend Verkohlungsprozesse statt, wenn auch unter teilweise anderen Verhältnissen. Durch den gewöhnlichen Verwesungsprozeß zerfällt die Pflanze in Kohlensäure und Wasser, also in die Produkte, aus denen sie sich Nährstoffe bereitet. Wenn aber nicht genügend Sauerstoff vorhanden ist, und wenn ferner die Pflanzen unter hohem Drucke sich befinden, etwa von mächtigen Erd- oder Wasserschichten belastet werden, dann entstehen nebst Kohlensäure Wasser und Grubengas (CH_4) kohlenstoffreiche Körper wie z. B. unsere Braun- und Steinkohlen.

Chemisch rein tritt uns das an Verbindungen so reiche Element in 3 Formen entgegen: als Diamant, Graphit und Ruß.

Diamant (C).

Hervorragende, für ein Mineral seltene physikalische Eigenschaften, nämlich der Härtegrad, die außerordentlich starke Lichtbrechung und Farbenzerstreuung, und dazu der Umstand, daß er nach dem Oktaeder gut spaltet, haben diesen im regelmäßigen System kristallisierenden Körper von jeher zu dem geschätztesten Edelstein gemacht. (In neuester Zeit wird übrigens der Rubin höher bewertet.)

Die Kristalle sehen auf den ersten Blick wie Vollflächner aus (Rhombendodekaeder, Pyramidenoktaeder usw.). Diese Form ist bei den

meisten eine scheinbare; die genauere Untersuchung zeigt, daß man es mit der tetraedrisch-hemiedrischen Form zu tun hat, $+\frac{O}{2}$ und $-\frac{O}{2}$, welche beide im Gleichgewicht vorhanden sind.

Nicht selten sind die Kristallflächen etwas konvex gekrümmt oder eigentümlich gerundet, wie uns Fig. 2 auf Taf. 2 zeigt.

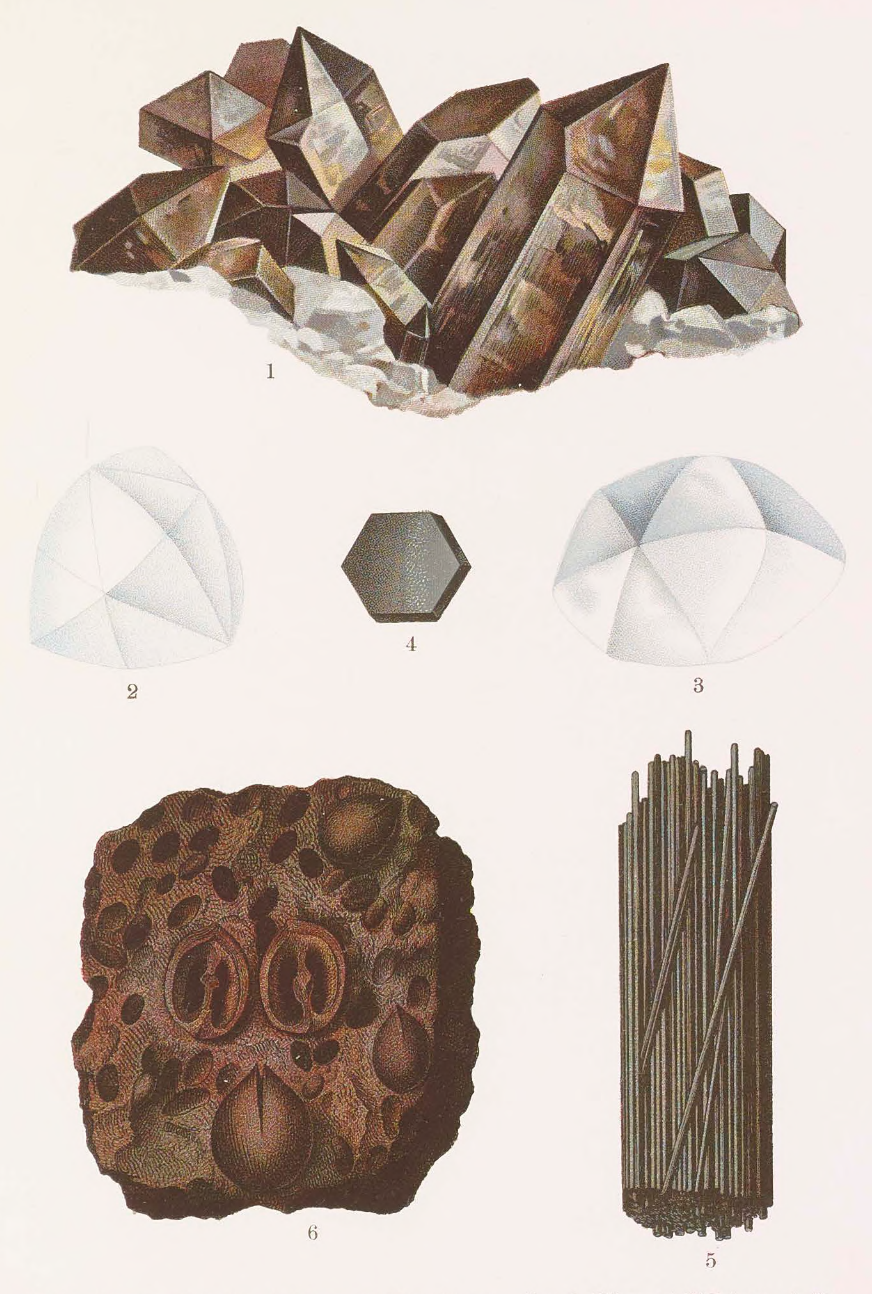
Als Bord findet er sich in kleinen Kugeln, also nicht kristallisiert, und als Karbonat in Form schwarzer rundlicher, kristallinischer Körper mit bedeutendem Gewichte. Von seinen übrigen physikalischen Eigenschaften seien noch hervorgehoben das spez. Gewicht von 3,5 und das Nichtleiten der Elektrizität. Die Farbe ist verschieden, wasserhell, gelb, grün, blau oder auch schwarz.

Chemisch wichtig ist der Umstand, daß der Diamant im Sauerstoffstrom bei etwa 770 Grad zu Kohlendioxyd verbrennt. In Säuren und Laugen ist er unlöslich, jedoch wird er durch ein Gemisch von Schwefelsäure und chromsaurem Kali in Kohlensäure verwandelt. Im Fokus großer Brennspiegel kann er verbrannt werden, wie das die Florentiner Akademie 1694 gezeigt hat. Wird er bei Abschluß von Luft stark erhitzt, dann verwandelt er sich in Graphit.

Der Diamant findet sich in Gemeinschaft mit anderen Edelsteinen auch mit Gold und Platin, namentlich im sog. Schwemmlande, einer sekundären Lagerstätte, die dadurch entstanden ist, daß die alten Gesteinsmassen zertrümmert, fortgeführt und wieder zusammengefügt wurden. Als Muttergestein, das übrigens an den verschiedenen Orten abweichend ist, sind kristallinische Schiefer und deren granitische Gangmassen, Eruptivgesteine, die sich durch Olivinreichtum auszeichnen, zu nennen. Als älteste Fundstätte ist Ostindien zu erwähnen, wo in Sandsteinbreccien oder in Flußadern berühmte Prachtexemplare gefunden wurden. Heutzutage sind dort die Minen erschöpft.

1727 wurden die brasilianischen Diamanten (Provinz Minas Geraes) bekannt, die ebenfalls im Schwemmlande aufgefunden wurden und großes Aufsehen erregten. Ferner kamen Mexiko, Kalifornien, der Ural, einzelne Punkte in Australien in Betracht. 1867 wurde der erste Diamant Südafrikas, 1869 der „Stern des Südens" (Taf. 2, Fig. 3) durch einen Hottentotten gefunden, 1871 die Kimberleyfelder, bekanntlich die reichsten, entdeckt, und nun sucht und findet man die Edelsteine in Flußadern, auf öden Plateaus, im Gegensatz zu den ursprünglichen, aus vulkanischem Gestein bestehenden Lagerstätten.

Über seine natürliche Entstehung herrschen noch die verschiedensten Meinungen, von denen jedoch die Ansicht, daß der Kohlenstoff



1. Rauchquarzkristalle. 2. Diamant; Hexakistetraeder. 3. Diamant Südstern. 4. Graphitkristall. 5. Nadelkohle von Lobsann. 6. Erdige Braunkohle von Salzhausen.



in tieferen Schichten von Gestein aufgenommen wurde und auskristallisierte, sich immer mehr Geltung verschafft.

Die Kunst, Diamanten zu schleifen wurde 1475 von Ludwig von Berguem aus Flandern erprobt. Durch diesen künstlichen Eingriff verliert der Stein unter Umständen die Hälfte des Gewichtes, gewinnt aber durch die erlangte Schönheit bedeutend an Wert.

Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Schlifformen, die von der Beschaffenheit des Materials abhängig sind, herausgebildet. Die hervorragendste Form, den Brillant, stellt man her, indem man zunächst ein Oktaeder herausspaltet, die obere und untere Fläche abstumpft und Facetten anschleift. Diese Form besitzt z. B. der schönste und vollkommenste wasserhelle Diamant, der Pitt oder Regent im französischen Kronschatz. Sein Gewicht beträgt $136^3/_4$ Karat, sein Wert etwa $1^1/_2$ Millionen Mark.

Rosetten nennt man unten flache und nach oben gewölbte, mit dreiseitigen Facetten versehene Steine. Eine solche Form hat z. B. der Orlow, der größte Diamant mit 194 Karat, im Besitz der russischen Krone.

Gebrauch: Die kleineren Stücke werden zum Glasschneiden und pulverisiert als Schleifmittel benutzt. Ferner besetzt man die Bohrröhren, die man bei Tunnelbauten verwendet, mit Diamantsplittern. — Um die Herstellung künstlicher Diamanten hat sich vor allem H. Moissan verdient gemacht. Dadurch, daß er im elektrischen Ofen Kohlenstoff in Eisen löste und die so erhitzte Masse durch Eingießen in Wasser plötzlich abkühlte, erstarrte das Eisen an den Außenteilen, während das Innere flüssig blieb. Durch das allmähliche Erkalten wird auch der Kern fest. Nun hat das kohlenstoffhaltige Eisen beim Festwerden das Bestreben sich auszudehnen, woran es jedoch verhindert wird. Infolge des hohen Außendruckes entstehen Diamanten, allerdings nur von $^1/_2$ mm Größe.

In neuester Zeit haben eine Reihe von Forschern auf anderen Wegen künstliche Diamanten hergestellt, und es hat sich unter anderem die Ansicht herausgebildet, daß weniger der hohe Druck als die rasche Abkühlung für die Ausbildung der Kristalle aus flüssigem Eisen maßgebend sei.

Graphit (C) (graphein, schreiben).

Dasselbe Element, das uns im Diamant als der hellste und durchsichtigste Körper entgegentritt, zeigt sich uns hier als ein eisenschwarzes, selbst in den dünnsten Blättchen nicht durchscheinendes, abfärbendes Mineral, welches sich fettig anfühlt, mit dem Messer geschabt werden kann und die geringe Härte von 1 hat. Das spez. Gewicht beträgt nur 2,25, und auch seine Kristallform ist eine andere als die des Diamanten. Graphit gehört dem hexagonalen System an, wie Fig. 4 auf Taf. 2 zeigt, und hat nach der Basis eine vollkommene Spaltbarkeit. Großenteils findet er sich in scheinbar amorpher Form als grauschwarze weiche Masse. Er

ist oft mit Eisen gemengt, leitet die Elektrizität, verbrennt, wie der Diamant, zu Kohlensäure, hinterläßt aber selbst in den reinsten Formen einen Rückstand (bis zu 5%). Wie der Diamant ist auch er durch Säuren unangreifbar, und unterliegt auch wie dieser in einem Gemisch von chromsaurem Kalium und Schwefelsäure der Verwandlung in Kohlensäure. Durch Erhitzen unter Luftabschluß verändert er sich selbst bei den höchsten Temperaturen nicht und bewährt sich somit als die beständigste Art von Kohlenstoff. Graphit findet sich in den ältesten Gebirgen, in blättrigen, strahligen oder dichten Massen auch in Gesteinen eingesprengt, doch stets in den ältesten Gneis- und Glimmerschiefergebirgen. Man hat in ihm das Endglied des langsam vor sich gehenden Verkohlungsprozesses gefunden, also jenes Stadium, das der letzten Reste von anderen Elementen bar ist und nur noch reinen Kohlenstoff aufzuweisen hat. Doch darf man diese Entstehungsweise, die übrigens vielfach angezweifelt wird, nicht auf alle Graphitlager ausdehnen.

Seit Mitte des 16. Jahrhunderts, wo man in Cumberland bedeutende Graphitlager entdeckte (nun erschöpft) und zugleich von diesem Reiß-(Zeichen-)blei Gebrauch zu machen wußte, ist eine Menge von Graphitlagern erschlossen worden. In Europa haben wir die reichen böhmischen Lager (Krumau), die Fundstätten in Niederösterreich, bei Passau und im Fichtelgebirge, in Sachsen und stellenweise auch in Frankreich. Von den übrigen Weltteilen sind besonders die sibirischen Graphitlager (Mine Marinskoi im Tunkinsker Gebirge), die ostindischen, nordamerikanischen Lager und jene auf Ceylon zu erwähnen.

Nicht selten ist Graphit mit Quarz vergesellschaftet und tritt als Graphitschiefer oft in Gneisen, Glimmerschiefern, oft auch in Gesellschaft von Kaolin, mit kristallinischen Kalken in Lagern auf, die eine Mächtigkeit von 24 m aufweisen.

Für die Industrie ist Graphit von großer Bedeutung. Nürnberg, der Hauptsitz der Bleistiftfabrikation, hat allein 28 Fabriken, welche den Graphit in großen Blöcken teils aus Sibirien, teils aus Passau beziehen und jährlich gegen 250 Millionen Stifte im Werte von $8^1/_2$ Millionen Mark erzeugen.

Von anderen Industrien sei auf die Herstellung von Schmelztiegeln (wie die der Passauer, deren Produktion auf das 15. Jahrhundert zurückgeht) und auf die Verwendung zu feuerfesten Gefäßen hingewiesen. Durch den Umstand, daß sich der Graphit durch Lösen von Kohle in geschmolzenem Eisen herstellen läßt, spielt er in der Eisenindustrie, speziell in der Gußstahlfabrikation, eine große Rolle.

Amorphe Kohle.

Diese dritte Form chemisch reinen Kohlenstoffes kann durch Verkohlen organischer Körper unter Luftabschluß in verschiedenster Art erhalten werden; so z. B. als Ruß durch Verbrennen sehr kohlenstoffreicher Harze, Öle (Terpentin), Fette, durch Blaken der Lampe usw. Man verwendet ihn zur Tuschbereitung, zur Herstellung von Druckerschwärze und Wichse. Andere amorphe Kohlen, die neben Stickstoff und Wasserstoff auch mineralogische Bestandteile enthalten, sind:

Die Gaskohle, die sich bei der Leuchtgasbereitung in den Röhren absetzt, der Koks, die Holzkohle, die Tierkohle.

Was nun endlich unsere fossilen Kohlen anbelangt, so sind dieselben durch den bereits erwähnten Vorgang, namentlich durch den Verlust von Sauerstoff und Wasserstoff an Kohlenstoff immer reicher geworden. Folgende Tabelle zeigt uns, indem sie von der jüngsten Kohlenstoffbildung ausgeht und die Holzfaser zur Grundlage nimmt, die Anreicherung an Kohlenstoff.

	C	H	O und N
Holz	50 %	6 %	44 %
Torf	60 %	6 %	34 %
Braunkohle	67 %	5 %	28 %
Steinkohle	89 %	5 %	6 %
Anthrazit	94 %	3 %	3 %
Graphit	100 %	— %	— %

Torf.

In vielen Gegenden Deutschlands, vor allem in der norddeutschen Tiefebene und in Bayern finden sich Landschaften, die man mit dem Namen Torfmoore bezeichnet. Sie nehmen etwa $4^1/_2$% der Oberfläche unseres Vaterlandes ein und haben mitunter eine Mächtigkeit bis zu 15 m.

Wir haben es mit dem jüngsten Glied (siehe Tabelle) der Kohlenbildung zu tun, mit einem Gemenge von unzersetzten oder nur teilweise zersetzten Pflanzen nebst erdigen Bestandteilen. Der Torf bildet sich heute noch wie in der Vorzeit und zwar da, wo wir sumpfigen oder beständig feuchterhaltenen Boden antreffen, der mit bestimmten Pflanzen, wie Heidekraut, Torfmoos, Riedgräsern, vielleicht auch Weiden, besetzt ist. Wenn wir noch hinzufügen, daß eine wasserdichte Unterlage von Ton mit geringer Bodenneigung (um die Gewässer zu halten) zu dem Wesen einer Moorlandschaft gehört, so sind alle Bedingungen, unter denen Torf sich bildete und noch bildet, gegeben.

Die größten Torfmoore in Island halten in bezug auf Größe den Vergleich mit den Kohlenfeldern aus. Gewaltige Ausdehnungen erreichen die Torflandschaften in Nordamerika und Asien (Tundren). Einschlüsse von Resten ausgestorbener Tiere (Riesenhirsch, Auerochs u. a.) beweisen das relativ

hohe Alter der Torfbildung. Je nach der Vermengung mit Sand und Erde beträgt das spez. Gewicht der derben, hell- bis dunkelbraunen Masse, deren pflanzliche Struktur durch die Zellen und Gefäßbündel deutlich zu erkennen ist, bald mehr, bald weniger als 1 (Wasser). Diese Bestandteile beeinflussen auch den Aschengehalt. Nach der Zusammensetzung und der technischen Verwertung unterscheidet man zahlreiche Arten dieses Brennmaterials. Mit dem Namen Preßtorf bezeichnet man das mittels Maschinen festgepreßte Produkt.

Braunkohle.

An verschiedenen Orten, so namentlich in den Nordalpen, finden sich Lager von holziger Braunkohle (Lignit), die auch den Namen Schieferkohle führt. Man hat es mit Stämmen und Überresten von Nadelhölzern, Eschen, Pappeln, Weiden zu tun, teils torfähnlicher, teils kohlenartiger Beschaffenheit. Die äußere, vegetabilische Form und Struktur wird häufig beibehalten; Fig. 5 auf Taf. 2 zeigt uns z. B. eine Nadelkohle von Lobsann im Elsaß, deren Holz- und Gefäßbündel auf Palmengewächse zurückzuführen sind. Nicht selten findet man in Braunkohlen fossile Blätter (Taf. 2, Fig. 6), Früchte, Moose, Gräser, Insekten und verkohlte Süßwasserfische.

Wenn auch die Entstehung der Braunkohle weitaus zum großen Teile hinter der des Torfes liegt, so ist eine solche bis zur Gegenwart noch nachzuweisen. So ist z. B. die vor 400 Jahren verstürzte Zimmerung in einer Klaustaler Grube in Braunkohle umgewandelt worden. Häufig ist die Braunkohle dicht, erdig, blätterig bis schieferig. Sie hat einen muscheligen, holzartigen oder unebenen Bruch, holzbraune bis pechschwarze Farbe und einen matten, auch schimmernden Glanz. Härte 2,5, spez. Gewicht 1—1,5. Vor dem Lötrohr verbrennt diese Kohle mit Rauch, unangenehmem Geruch und großem Aschenrest. Mit Kalilauge oder Salpetersäure gekocht, gibt sie durch die anwesende Humussäure eine gelbe bis braune Farbe, beim Destillieren Essigsäure, die an Ammoniak gebunden sein kann. Erhitzt man Braunkohle mit Schwefel, so entsteht Schwefelwasserstoff, und zwar in größeren Mengen als bei demselben Verfahren mit Steinkohle. Man unterscheidet gemeine Braunkohle, Nadelkohle, Rostkohle, Pechkohle, Papierkohle (sehr dünn) usw.

Braunkohlenlager finden sich zwar nie in der Ausdehnung wie unsere großen Steinkohlenlager, kommen aber in allen Ländern vor.

Man verwendet Braunkohle als Brennmaterial. Durch trockene Destillation gibt sie Paraffin. Pechkohle läßt sich drechseln und zu verschiedenen Kunstgegenständen verarbeiten.

Deutschland fördert etwa 50 Millionen Tonnen Braunkohlen im Werte von 120 Millionen Mark.

Steinkohle.

Sie ist wie die Braunkohle amorph und wie diese auch pflanzlichen Ursprungs, und zwar ist sie wohl aus den Blättern, dem Holze und den Korkschichten hervorgegangen. Freilich ist die pflanzliche Struktur nicht mehr so leicht wie bei der Braunkohle nachweisbar; dazu bedarf es oft sehr eingehender mikroskopischer Untersuchungen. Ihre schwarze Grundfarbe zeigt mitunter einen Ton ins Braune oder Graue. Sie besitzt Glas- und Fettglanz oder auch Seidenglanz.

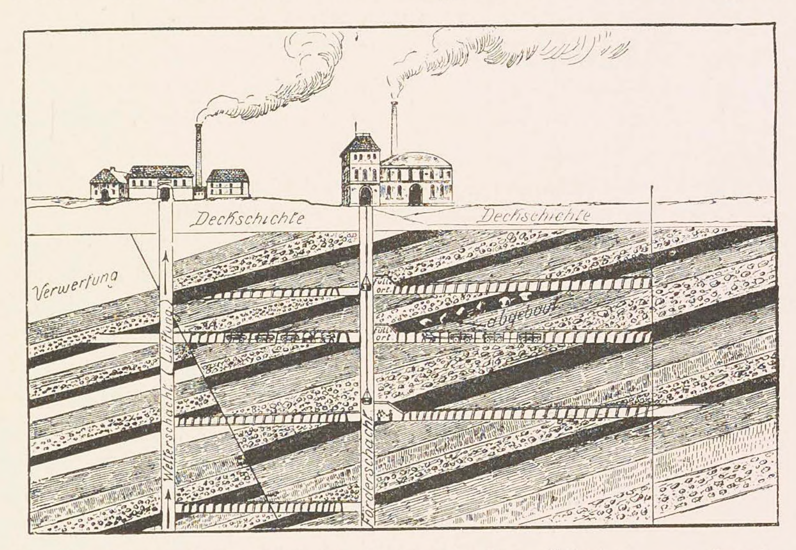


Fig. 73. Längsschnitt durch ein Steinkohlenflöz. Schichten von Schieferton, Konglomerat und Sandstein wechseln ab. (Schwarz bedeutet Kohle.) Vom Hauptschacht an führen Stollen zu den abbaufähigen Flözen. Der Wetterschacht führt gute Luft zu und schlechte ab.

Härte 2, spez. Gewicht 1,5. Der Bruch ist uneben, faserig, auch muschelig. Die chemische Zusammensetzung ist bereits bekannt, jedoch müssen wir noch der sie verunreinigenden Beimengungen von Erden, Metalloxyden und namentlich von Schwefelmetallen gedenken. Steinkohle färbt Kalilauge nicht braun, verbrennt mit starker Flamme und bituminösem Geruch.

Während die Entstehung der Braunkohle verhältnismäßig jungen Datums ist und in der Gegenwart noch vor sich geht, ist die Bildung der Steinkohle auf eine ältere Periode der Erdgeschichte zu verweisen. Diejenigen Pflanzentypen, welche sich an der Steinkohlenbildung be-

teiligt haben, sind zum Teil ausgestorben, zum Teil haben sie uns nahe Verwandte hinterlassen. Es waren im allgemeinen baumartige Gewächse, wie Calamiten, Sigillarien, Lepidodendren und Farne (vgl. Taf. 3, Fig. 1, 2, 3). Das Innere der Erde hat uns verschiedene Exemplare in gut erhaltenem Zustande, darunter Stämme bis zu einer Höhe von mehreren Metern, und in natürlicher Stellung aufbewahrt und zwar in Schieferton und Sandstein.

Die Steinkohlenreviere, über deren Entstehungsursachen vorderhand die Meinungen noch auseinandergehen, zeigen hinsichtlich des Baues ihrer Flöze und ihrer Ausdehnung eine gewisse Ähnlichkeit, die sich namentlich in der Beschaffenheit der begleitenden Gesteine (Schiefer, schiefriger Tone) zeigt (Fig. 73).

Mitunter bilden die Einschaltungen nur einige Zentimeter und teilen so das Flöz in 2 Teile.

Die Ausdehnung der Lager in horizontaler Richtung ist eine wechselnde. Unter den westfälischen Steinkohlenflözen nehmen manche einen Flächenraum von 9 bis 10 Quadratmeilen ein, ungleiche Flözgruppen dehnen sich bis zu 30 Quadratmeilen aus. Das Pittsburger Flöz in Nordamerika erstreckt sich auf 690 Quadratmeilen. Die Gesamtmächtigkeit der kohlenführenden Schichten beträgt 5000 bis 7000 m, die der einzelnen Flöze bis 5 m.

Der Kohlenreichtum der einzelnen Länder steht in einem ungleichen Verhältnis zur Kohlenproduktion. So erzeugt China, das vielleicht überhaupt die größten Steinkohlenlager aufweist, eine nicht nennenswerte Ziffer. Nordamerika, dessen Steinkohlen führende Fläche auf nahezu 200 000 englische Quadratmeilen geschätzt wird, produzierte etwa 260 000 000 Tonnen Kohlen, während England mit nur 9000 englischen Quadratmeilen Kohlenfeldern gegen 230 000 000 Tonnen fördert. Deutschland mit 3 hervorragenden Kohlenbecken (Ruhrbecken, oberschlesisches Becken, Saarbecken) steht mit 127 000 000 Tonnen an dritter Stelle. Die von Deutschland jährlich von ca. 450 000 Arbeitern geförderten Kohlen haben einen Wert von ungefähr 950 500 000 Mark. In welchem Maße die Steinkohle namentlich dann, wenn sie sich mit Eisen zusammen vorfindet, imstande ist, den Nationalreichtum zu fördern, das zeigt uns vor allem England.

Anthrazit (anthrax, Kohle).

Auch diese Kohle ist eine amorphe Substanz mit muscheligem Bruch. H. 2—2,5, spez. Gew. 1,4. Sie zeichnet sich durch eisenschwarze, manchmal grünlichschwarze Farbe und einen starken metallartigen Glasglanz aus. Säuren und Kalilauge bringen keine Wirkungen hervor. Anthrazit schmilzt

im Feuer nicht, verbrennt schwer ohne Rauch und mit ganz schwacher Flamme. In der Steinkohlenformation findet sich Anthrazit, der ebenfalls aus Pflanzensubstanz besteht, mitunter in großen Lagern. Hauptfundorte sind: Rhode-Island, Pennsylvanien, Schönfeld in Sachsen, die piemontinischen Alpen. Als Brennmaterial hat sich Anthrazit sehr bewährt; er läßt sich jedoch zur Vergasung nicht gebrauchen.

Wir haben somit den Kohlenstoff in 3 verschiedenen Arten kennen gelernt. Stets ist er ein fester Körper, der nicht schmelzbar ist und der bei sehr hoher Temperatur (im elektrischen Flammenbogen) verflüchtigt. Allen drei Modifikationen ist gemeinsam, daß sie mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlendioxyd verbrennen ($C + O_2 = CO_2$).

Man nimmt an, daß die Kohlenstoffmoleküle aus einer großen Anzahl von Atomen zusammengesetzt sind, und erklärt die drei Modifikationen (allotropische Arten) durch die wechselnde Zahl der Atome.

Schwefel (S).

Der Schwefel, ein in der Erde vielfach verbreitetes Element, kommt großenteils in Verbindungen vor und bildet auf diese Weise eine Anzahl wichtiger Mineralien. Jedoch ist auch sein Vorkommen als elementarer Stoff in vulkanischen Gegenden nicht selten. Er findet sich amorph, in kugeligen, nierenförmigen Gebilden, in faserigen Trümmern oder mehlig und in Kristallen des rhombischen Systems, die teils einzeln, teils zu Kristallgruppen und Drusen vereinigt auftreten. In Kalk, Gips und Mergel eingelagert, bildet er auf Sizilien (Girgenti) die größten Lager Europas, ferner findet er sich unter denselben äußeren Umständen in der Romagna (Italien), Spanien und Kroatien.

Im allgemeinen sind die Kristalle pyramidal, vorherrschend ist die Grundpyramide. Fig. 4 auf Taf. 3 zeigt eine Kombination der Grundpyramide mit anderen Pyramiden, Domen, Pinakoiden, Basis- und Prismenflächen.

Schwefel hat H. 1,5—2,5, spez. Gew. 1,9—2,1. Er ist nach der Basis und nach ∞ P spaltbar. Der Bruch ist muschelig zu uneben und splitterig, die Farbe in reinem Zustand gelb (schwefelgelb), sonst gelblichbraun. Schwefel ist fettglänzend und durchscheinend, gewöhnlich undurchsichtig und spröde. Erwärmt man ihn in der Hand, so knistert er und wird elektrisch. Bei 114 Grad schmilzt er zu einer gelben beweglichen Flüssigkeit, die bei stärkerem Erhitzen dunkler und so zähe wird, daß sie sich aus dem Gefäße nicht mehr ausgießen läßt; bei 448 Grad siedet er. Künstlich erhält man sehr schöne rhombische Schwefelkristalle durch Auflösen von Schwefel in Schwefelkohlenstoff (CS_2) und langsames Verdunsten. Wenn man dagegen Schwefel schmilzt, die Masse abkühlen läßt bis sich ein Häutchen bildet, und dieses mit einem spitzen Gegenstande durchstößt, so daß der darunter sich befindliche flüssige

Schwefel ausgegossen werden kann, dann finden sich nach völliger Abkühlung im Gefäße einfach-symmetrische Kristalle vor, die nach allen Seiten ausstrahlen. Sogenannten plastischen Schwefel erhält man dadurch, daß man den auf 230 Grad erhitzten Schwefel in einem dünnen Strahle in kaltes Wasser gießt; es ist das amorpher Schwefel, der sich allerdings nach einigen Tagen wieder in rhombischen verwandelt.

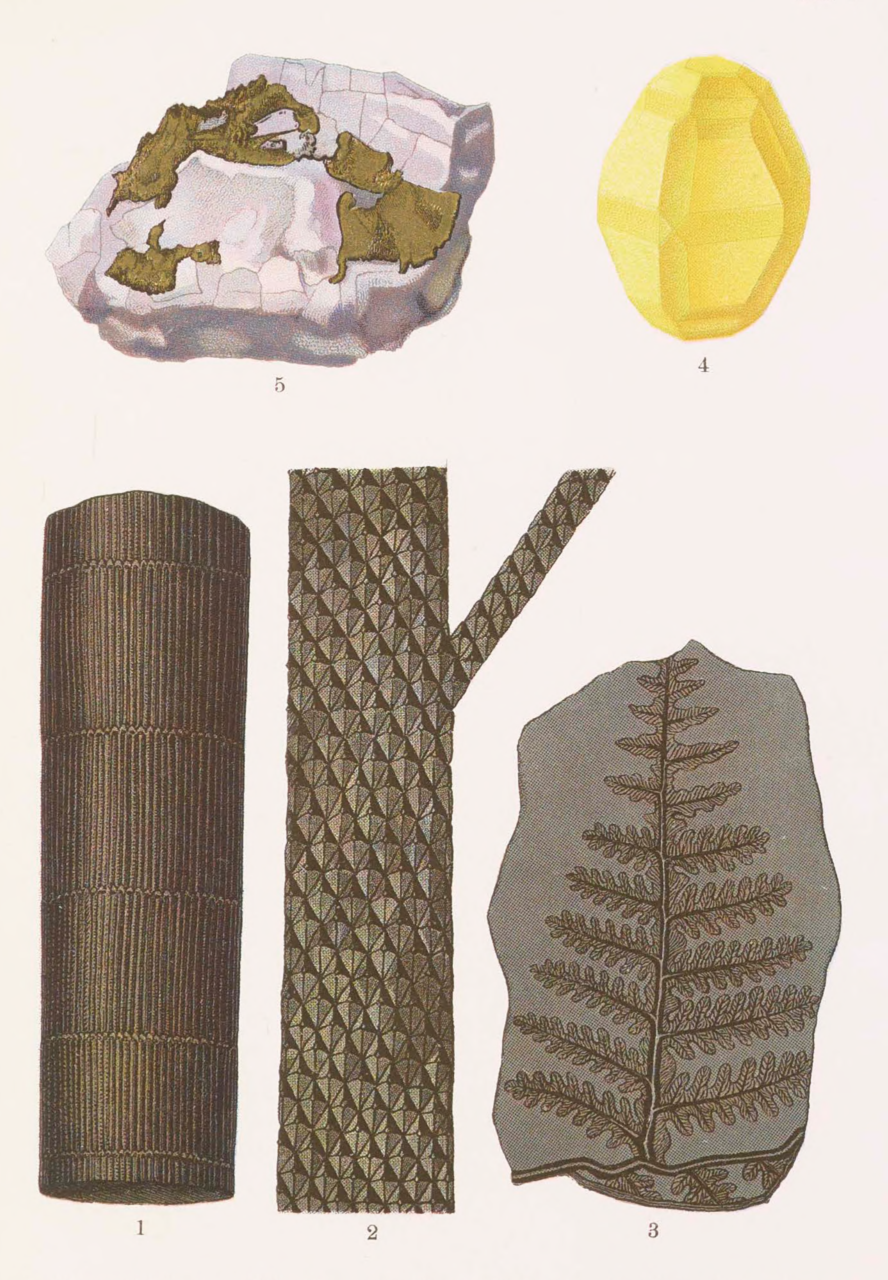
Entstehung des Schwefels.

Die Entstehung von natürlichen Schwefelkristallen oder amorph vorkommendem Schwefel ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Ein hervorragender Anteil an der Bildung kommt dem Schwefelwasserstoff zu (H_2S), der sowohl als Gas aus vulkanischen Spalten entweicht als auch gelöst in Schwefelquellen sich vorfindet. Tritt Schwefelwasserstoff mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung, so verbindet sich letzterer mit dem Wasserstoff zu H_2O und Schwefel wird frei, wie uns das eine einfache Gleichung vorstellt: $H_2S + O = H_2O + S$. Leitet man z. B. H_2S in Wasser ein und läßt den Sauerstoff der Luft ungehindert zutreten, dann fällt Schwefel allmählich aus.

In den Gasen der Vulkane ist stets Schwefelsäureanhydrit (SO_2) vorhanden, das durch Verbrennen von Schwefel (z. B. auch bei den gewöhnlichen Schwefelhölzchen) entsteht. Auch dieses wirkt auf Schwefelwasserstoff ein und scheidet Schwefel ab. Ferner bildet sich unser Element durch Sublimation, wie z. B. in vulkanischen Gegenden, und kann dann in diesem Falle als Zersetzungsprodukt von Gips ($CaSO_4 + 2\,H_2O$) und Anhydrit ($CaSO_4$) angesehen werden.

In Fäulnis übergehende organische Substanzen spalten bei ihrer Verwesung Kohlensäure und Sauerstoff ab. Ist dieser nicht genügend vorhanden, so zersetzt der von den Organismen herrührende Kohlenstoff sauerstoffhaltige Verbindungen wie z. B. Gips und reduziert denselben zu Kalziumsulfid (CaS). Der Vorgang ist aber hiermit noch nicht abgeschlossen, es bildet sich durch die Kohlensäure kohlensaurer Kalk ($CaCO_3$) und Schwefel wird frei; daher erklärt sich auch das häufige Vorkommen von kristallisiertem Aragonit ($CaCO_3$) mit Schwefel und die Umwandlung von Ton in Mergel.

Schwefel ist von Gips, Aragonit, Kalzit und Cölestin (Strontiumsulfat) begleitet und in Bändern von 2 bis $2^1/_2$ m in Kalkmergeln eingelagert, in denen sich zahlreiche Abdrücke von Pflanzen, Fischen, und Insekten zeigen. Außer den bereits genannten Fundorten sind noch zu erwähnen: Bex (Schweiz), die Gegend von Krakau, Aachen, Neundorf (Hannover) und die Insel Island.



1. Stammstück von Calamites. 2. Stammstück von Lepidodendron elegans. 3. Sphenopteris (Farne). 4. Schwefelkristall von Girgenti in Sizilien. 5. Goldblättchen auf Quarz von Vöröspatak in Siebenbürgen.



Von der vielfachen Verwendung unseres Minerals sei hier nur hingewiesen auf die Herstellung des Schießpulvers, des Zinnobers, auf die Anwendung behufs Schwefeln von Seide, Wolle, Stroh, Fässern und Vulkanisieren des Gummi.

Gold (Au).

Die regelmäßigen Kristalle des Goldes treten gewöhnlich als Würfel oder Oktaeder, mitunter auch als Rautenzwölfflächner (Rhombendodekaeder) und in Kombinationen und Zwillingsformen auf. Nicht selten sind die Kristallflächen uneben, verzerrt oder undeutlich. Auch haar-, draht-, moos- und baumförmig, in Blättchen (Taf. 3, Fig. 5) und Brocken, als Goldstaub, Goldsand, in Körnern, sogen. Blüten, in Klümpchen und Klumpen bis zu 70 kg kommt unser Metall vor. Als „Berggold“ ist es mit Quarz in festes Gestein eingegraben, lose (Seifen vgl. S. 46) findet es sich in Flußablagerungen. Gold hat hakigen Bruch, goldgelbe bis messinggelbe oder speisgelbe Farbe. Diese ist nämlich wie das spez. Gewicht, das von 19 bis 12 herabgehen kann, abhängig von den häufig vorkommenden Beimengungen von Silber, Kupfer und Eisen. Je silberhaltiger das Gold ist, desto lichter ist es in der Farbe, und desto geringer im Gewichte. Gold von speisgelber Farbe und mit über 20% Silber heißt Elektrum. Von allen Metallen ist Gold das dehnbarste, es läßt sich in feinste Drähte ziehen und in dünne, grün durchscheinende Blättchen schlagen. In einfachen Säuren ist es nicht löslich, nimmt man aber sogenanntes Königswasser, ein Gemisch von Salzsäure und Salpetersäure, dann wird es zu Goldchlorid gelöst und durch Metalle als dunkelbraunes Pulver gefällt. Sauerstoff verändert das edle Metall selbst beim Glühen nicht. Vor dem Lötrohr schmilzt es leicht, bei 1060 Grad wird es zu einer grünlichen Flüssigkeit und bei ca. 1600 Grad verwandelt es sich in Dampf.

Die Frage nach der Art und Weise des Vorkommens unseres Metalles erfordert ein Eingehen auf die Lager- oder Fundstätten der metallischen Mineralien überhaupt, auf die Art und Weise ihrer Bildung und ihrer geologischen Umgebung.

Wenn auch über den Ursprung der Lagerstätten verschiedene Ansichten herrschen, so liegt es doch in gewissen Fällen sehr nahe, die Enstehungsursachen entweder nur dem Vulkanismus oder nur der Tätigkeit des Wassers zuzuschreiben. Durch vulkanische Ausbrüche werden Metalle an die Oberfläche gebracht, sowohl häufig vorkommende, wie Eisen, als auch seltene, die infolge ihres großen spez. Gewichtes im tiefsten Innern der Erde lagern und zu den seltensten Erscheinungen

der Erdkruste gehören. Vulkanische Gesteine, Granite und Schiefer enthalten feinstverteilte Mengen von den verschiedensten Metallen. Durch die chemische und mechanische Tätigkeit des Wassers werden dieselben befreit und von dem Wasser, das in alle Spalten und Klüfte dringt, zu sogen. Lagerstätten zusammengeführt.

Die Ablagerungsstätten, die keineswegs einheitliche Verhältnisse wie die Kohlenfelder darstellen, führen nach ihrer Ausdehnung, Form und Beschaffenheit verschiedene Namen.

Flöze nennt man solche Lagerstätten, welche in Form von Schichten auftreten.

Lagerstöcke zeigen bei geringer Ausdehnung eine große Mächtigkeit.

Erznieren oder Nester sind Ablagerungen von geringer Ausdehnung.

Gänge sind Ausfüllungen von Spalten.

Hinsichtlich ihrer Entstehung unterscheidet man:

1. Sedimentäre Lagerstätten, welche durch Ablagerungen oder aus Niederschlägen wässeriger Lösungen entstanden sind. Sie unterliegen allen Faltungen und Verwerfungen des Gesteins, in welchem sie eingeschlossen sind.

2. Eruptive Lagerstätten, wenn man anzunehmen gezwungen ist, daß das in dem vulkanischen Gestein eingeschlossene Erz gleichzeitig mit ersterem gebildet wurde.

3. Hohlraumausfüllungen.

4. Trümmerlagerstätten, wenn ursprüngliche Lagerstätten mechanisch oder chemisch zerstört wurden und das zerkleinerte Material an anderer Stelle abgelagert bzw. angeschwemmt wurde. Metalle wie Gold und Platin, die chemisch widerstandsfähig sind, werden in solchen Schwemmbildungen — Seifen genannt — chemisch rein angetroffen. Ihre oberflächliche Lagerung hat den Menschen zur Entdeckung der Metalle geführt.

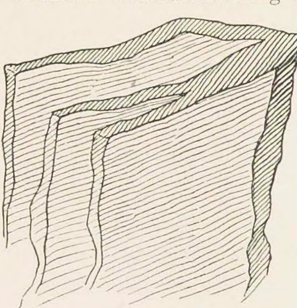


Fig. 74.
Erzgang (Zertrümmerung).
Nach Neumayr.

Von besonderer Wichtigkeit sind die sogenannten Hohlraumausfüllungen. Hohlräume, Spalten, Gänge und Höhlen entstehen bei allen Gebirgen und zwar aus verschiedenen Ursachen wie durch Berstungen, Einstürze, Auswaschungen usw. Die Spalten sind zum Teil leer, teils werden sie durch Sand oder Ton vom Nachbargestein ausgefüllt (taube Gänge), teils sind sie erzhaltig. Die auf solche Weise ausgefüllten Gänge sind nun die für uns wichtigen Erzgänge. In verschiedener Mächtigkeit, von papierdünnen Blättern bis zu 50 m dicht, und in verschiedener Tiefenausdehnung, mitunter bis zu 1000 m, treten diese Gänge teils vereinzelt, teils in größerer Anzahl parallel gehend oder netzartig auf. Sie teilen sich in kleinere (Fig. 74 und 75), wechseln in der Dicke, durchkreuzen und begegnen sich, um sich wieder zu trennen. In diesen Gängen

werden die Erze, teils aus wässerigen Lösungen, zum Teil aus Nachbargestein herrührend, abgesetzt, oder sie stammen aus dem Erdinnern und sind auf eruptivem Wege dahin gebracht worden. In bezug auf die Ausfüllung der Gangspalten begegnet man häufig einer streng symmetrischen Anordnung, indem die gegenseitigen Spaltenwände von Krusten ein und desselben Minerals überzogen sind. Die Regelmäßigkeit geht aber noch weiter und erstreckt sich auch auf die weiter nach innen liegenden (später gesonderten) Mineralien. In der Mitte ist, wie Fig. 1 auf Taf. 4 zeigt, gewöhnlich ein schmaler Drusenraum.

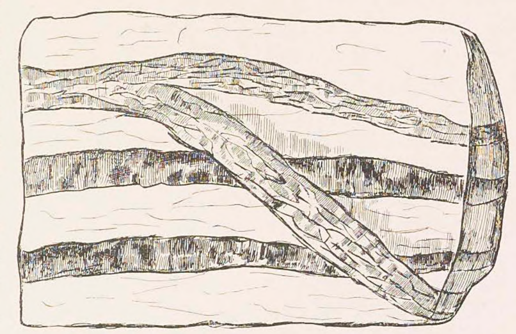
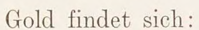


Fig. 75.
Erzgang (Durchkreuzung).



Gold findet sich:

1. in kristallinischem Gestein verteilt und in regellosen Einlagerungen;
2. in Gängen, welche von Eruptivgestein begleitet sind;
3. in Quarzgängen ohne vulkanisches Gestein;
4. in Seifen.

Letztere haben wohl das meiste Gold geliefert, wurden aber durch den Umstand, daß die Gewinnung verhältnismäßig wenig Schwierigkeiten verursacht, bald erschöpft. Auch in Seifen kommt das Gold großenteils mit Quarzkörnern vermischt vor, mit welchen es als Schutt vom Wasser fortgeschwemmt und abgelagert wurde. Der in vielen deutschen Flüssen (Mosel, Rhein, Donau, Isar usw.) sich vorfindende Goldsand verlohnt die Ausbeute nicht. An der Spitze der goldreichsten Länder steht der Westen Nordamerikas (Kalifornien und Alaska). Im übrigen Amerika treten besonders Colorado, Nevada, Mexiko, Peru, Chile und Brasilien hervor. Afrika hat in Transvaal reiche Goldfelder, Australien steht mit verschiedenen, darunter den Viktoria-Goldfeldern, deren Seifen Klumpen bis zu 70 kg aufzuweisen haben, mit an der Spitze der Produktion. In Asien ist das uralische und sibirische Rußland zu erwähnen. Von den europäischen Ländern sind die im Altertum und im Mittelalter berühmten Fundstellen nahezu erschöpft (Spanien, Böhmen, Siebenbürgen), nur die Karpathen weisen noch Gold auf.

Die Goldproduktion der Erde ist noch fortwährend im Steigen begriffen. Dieselbe betrug nach abgerundeten Zahlen im Jahre 1905 gegen 575 000 kg im Werte von ca. 1 600 000 000 Mark.

Platin (Pt, Taf. 4, Fig. 2).

Es kristallisiert regelmäßig und zwar in Würfeln, mitunter in Oktaedern. Viel häufiger aber findet es sich amorph, in platten oder zackigen Körnern mit glänzenden Oberflächen oder auch in Klumpen bis zu 9 kg. H. 5, spez. Gew. 17—19 (gehämmertes Platin über 21). Es zeigt keine Spaltbarkeit, hat hakigen Bruch, ist dehnbar und geschmeidig, silberweiß und metallglänzend. Vor dem Lötrohr schmilzt es nicht, wohl aber im Knallgasgebläse. Platin findet sich als Begleiter von seltenen Metallen, wie Palladium, Iridium, Osmium, dann aber auch mit Gold, Eisen und Kupfer zusammen vornehmlich im Schwemmlande. Als Hauptfundort gilt der Ural. Rußland produziert jedes Jahr über 6000 kg, Brasilien und Borneo zusammen 700 kg. Wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und hohe Temperaturen findet das Platin vielfach Verwendung in chemischen und physikalischen Laboratorien (Tiegel, Schalen, Löffel, Platinschwamm) und in Fabriken (Konzentrationskessel für Schwefelsäure). Der Platinpreis ist fortwährend im Steigen begriffen. Das Kilogramm kostet gegenwärtig 3700 Mark.

Mit den bisher besprochenen Mineralien ist die Reihe der kristallisierenden Elemente noch nicht erschöpft. Außer verschiedenen, seltener vorkommenden, haben wir noch folgende zu erwähnen.

Arsen	kristallisiert	hexagonal-rhomboedrisch,	
Antimon	„	„	„
Wismut	„	„	„
Eisen	„	regelmäßig,	
Blei	„	„	
Silber	„	„	
Kupfer	„	„	

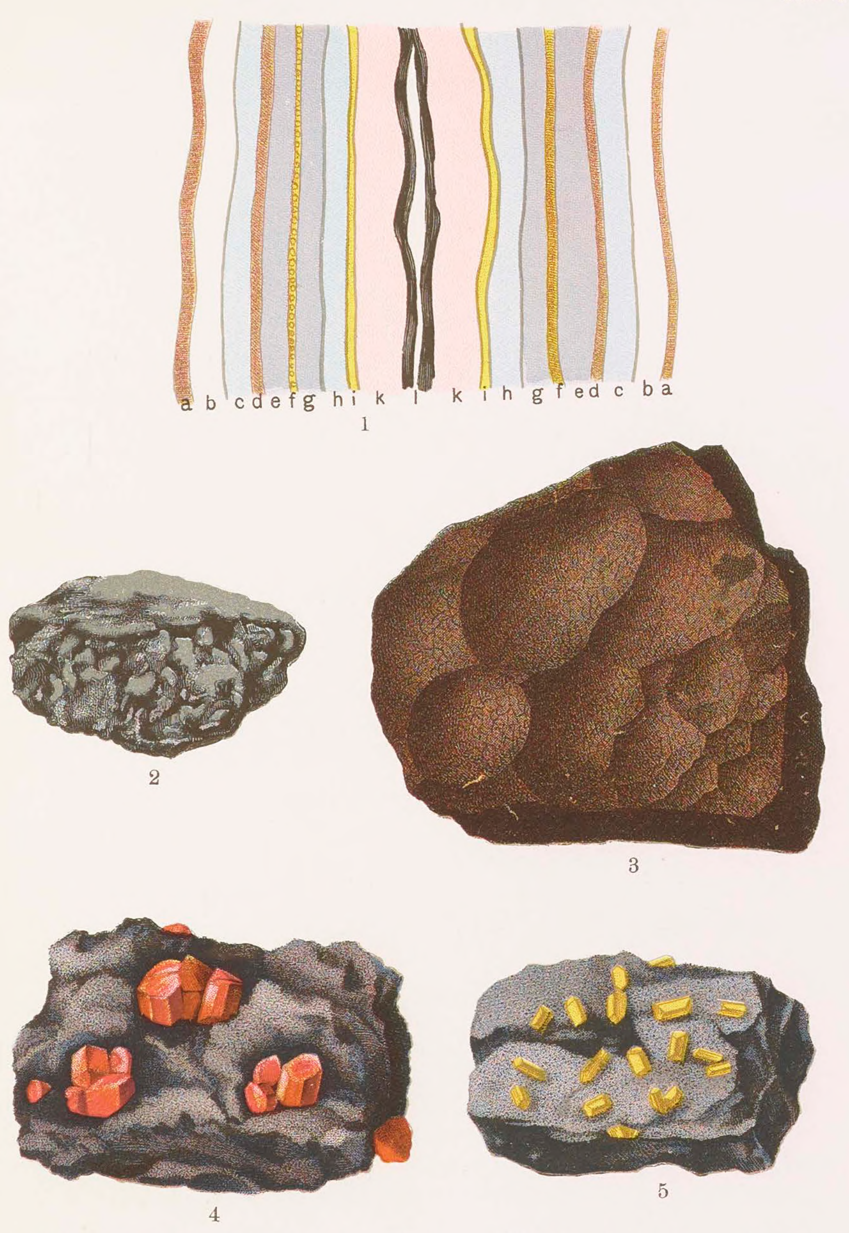
Quecksilber hat man auf künstlichem Wege in hexakisoktaedrischen Kristallen erhalten.

Da aber diese Elemente viel häufiger in Verbindungen als gediegen vorkommen, so werden wir derselben an anderer Stelle gedenken.

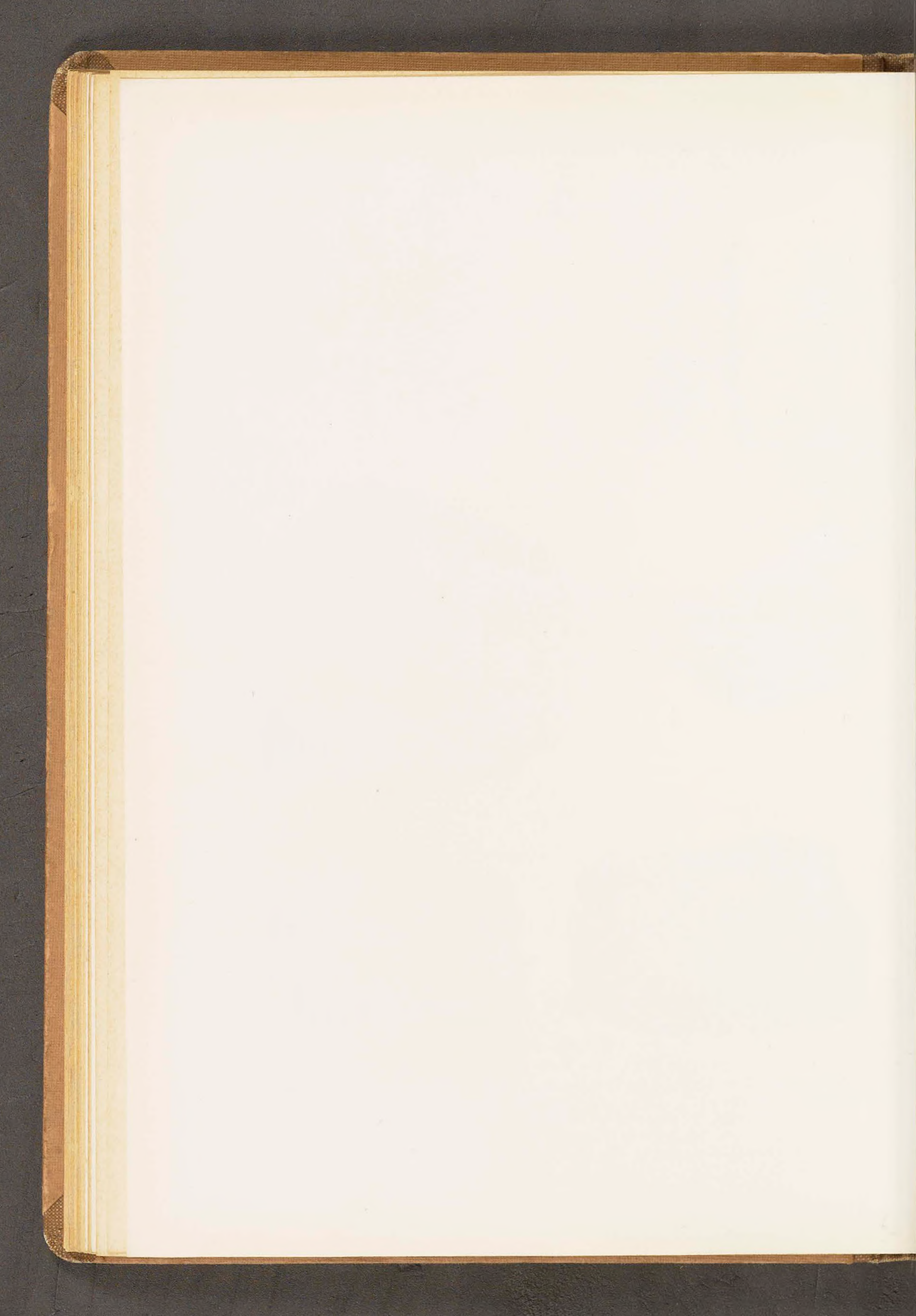
II. Klasse. Sulfide.

(Fortsetzung der Elemente.)

Nachstehende Übersicht gibt eine nach Gruppen geordnete Zusammenstellung der wichtigen Vertreter dieser Klasse. Isomorphismus und Isodimorphismus sind hier ziemlich häufige Erscheinungen, so daß die untenstehenden Reihen durch Angabe der weniger häufig vorkommenden Mineralien eine bedeutende Erweiterung erfahren würde.



1. Prinzengang bei Freiberg (schematisch). a Blende. b Quarz. c Flußspat. d Blende. e Schwerspat. f Pyrit. g Schwerspat. h Flußspat. i Pyrit. k Kalkspat. l. z. T. leerer Raum. Drusenförmige Kristalle. 2. Platin von Nischne Tagilsk am Ural. 3. Arsen von Andreasberg am Harz. 4. Realgarkristalle auf Mergel von Kapnik in Ungarn. 5. Auripigment von Neusohl in Ungarn.



Sulfide der Metalloide.

Realgar AsS einfach-symmetrisch.
$As = S$ oder As_2S_2 $S = As - As = S$.

Auripigment As_2S_3, Antimonglanz Sb_2S_3, Wismutglanz Bi_2S_3 } einfach symmetrisch oder monoklin; $\begin{matrix} Sb=S \\ \quad >S \\ Sb=S \end{matrix}$ isomorph.

Sulfide der Metalle.

Zinkblende ZnS regelmäßig, Wurtzit ZnS rhomboedrisch } isodimorph.
Speiskobalt (CoNiFe) As_2.
Schwefelkies FeS_2 regelmäßig (Pyrit, Eisenkies), Markasit (Speerkies) FeS_2 rhombisch, Bleiglanz PbS regelmäßig, Silberglanz Ag_2S „, Kupferglanz Cu_2S rhombisch, Zinnober HgS „ } isodimorph.

Sulfosalze.

Kupferkies FeS_2Cu quadratisch: $Fe\begin{matrix} \diagup S \\ \diagdown S \end{matrix}$

Nach ihren äußeren Eigenschaften teilt man die Metalle dieser Klasse ein in Kiese, Glanze und Blenden.

Kiese haben metallisches Aussehen, meist gelbe, weiße oder rote Farbe und sind spröde.

Glanze sehen ebenfalls metallisch aus, sind grau oder schwarz und mild.

Blenden haben kein metallisches Aussehen, Diamant- oder Perlmutterglanz und sind ebenfalls mild.

Arsen (As) und seine Verbindungen.

Die Chemie rechnet Arsen trotz seiner Eigenschaften, die an ein Metall erinnern, zu den Metalloiden und zwar zur Stickstoffgruppe. Maßgebend ist dabei der Umstand, daß viele Arsenverbindungen mit denen des Stickstoffs und Phosphors Ähnlichkeit haben. So zeigen z. B. der Stickstoffwasserstoff NH_3, der Phosphorwasserstoff PH_3 und der Arsenwasserstoff AsH_3, (ebenso verschiedene Halogenverbindungen) die gleiche Konstitution $W\begin{matrix} \diagup H \\ - H \\ \diagdown H \end{matrix}$.

Arsen findet sich gediegen und in Verbindungen. Kristalle sind sehr selten, wenn vorhanden dann rhomboedrisch. Meist hat es trauben- oder nierenförmige Gestalt mit körniger oder faseriger, auch krummschaliger Absonderung (sogenannter Scherbenkobalt (Taf. 4, Fig. 3). Auch eingesprengt kommt es vor.

Frischer Bruch ist metallglänzend, H. 3,5, spez. Gew. 5,8. Das sehr giftige Mineral verflüchtigt sich vor dem Lötrohr mit einem knoblauchähnlichen Geruch (Merkmal der Arsenverbindungen). Im Glasröhrchen (Kohle) erhitzt, bildet es einen metallischen Spiegel. Beim Rösten auf Kohle gibt es einen weißen, nach Knoblauch riechenden Rauch, der sich als weißes Pulver an der Kohle niederschlägt. Salpetersäure verwandelt Arsen in arsenige Säuren oder Arsensäure.

Als Fundorte kommen in Betracht der Harz (Andreasberg), das Erzgebirge, Freiberg, Annaberg, Schneeberg, Marienberg und Johanngeorgenstadt in Sachsen, Joachimstal und Przibram (Böhmen), Münstertal in Baden, Ungarn, Sibirien, Chile, Japan. Gewöhnlich findet es sich auf Gängen mit Silber- und Kobalterzen.

Zu den bekannteren Arsenverbindungen gehören folgende:

Realgar (Taf. 4, Fig. 4),

ein morgenrotes, wachsglänzendes Mineral, mit orangegelbem Strich, kristallisiert einfach-symmetrisch und zwar in prismatischen Kristallen oder Kombinationen, findet sich aber auch derb, knollig und eingesprengt. Beim Erhitzen im Kolben sublimiert es als dunkelgelbe bis rote Masse, vor dem Lötrohr schmilzt es, und vom Sonnenlicht wird es zerstört. Es findet sich in Erzgängen bei Andreasberg, Joachimstal, ferner in Kapnik in Ungarn, Japan.

Auripigment

(Rauschgelb) kristallisiert rhombisch (Taf. 4, Fig. 5). Die Kristalle (Kombinationen) sind gewöhnlich kurz säulenförmig, manchmal krummflächig und zu Drusen vereinigt. Das Mineral findet sich auch kristallinisch, am häufigsten jedoch derb und eingesprengt. Auripigment hat eine höchst vollkommene Spaltbarkeit, ist zitronen- bis orangegelb, durchscheinend, in Blättchen biegsam. Strich gleichfarbig. Vor dem Lötrohr schmilzt und verbrennt es. Es läßt sich leicht künstlich herstellen (Schwefelwasserstoff), findet sich häufig mit Realgar und wird als Malerfarbe und in der Färberei benutzt.

Arsenkies oder **Mißpickel** (Taf. 5, Fig. 1)

kristallisiert in verschiedenen Formen des rhombischen Systems, kommt aber auch derb und eingesprengt vor. Die Farbe ist silberweiß bis stahlgrau, der Strich schwarz. H. 5,5, spez. Gew. 6. Schmilzt vor dem Lötrohr zu einer

schwarzen, magnetischen Kugel und bildet beim Erhitzen im Kolben ein braunes Sublimat von Schwefelarsen und Arsen. Fundorte: Andreasberg, Marienberg, Freiberg, Zinnwald, Reichenstein in Schlesien, Markirch im Elsaß, Ungarn, Steiermark, England und zwar großenteils in Erzgängen, wo er mit Silber-, Kobalt-, Nickel- und Zinnerzen vergesellschaftet vorkommt. Er tritt auch im körnigen Kalk (bei Auerbach an der Bergstraße) oder im Dolomit auf.

Arsenige-Säure, Arsenblüte (As_2O_3)

entsteht beim Verbrennen von As im Sauerstoff oder an der Luft sowie auch durch Oxydation von Arsen. In der Natur findet es sich gewöhnlich in kristallinischen Krusten, welche flockige, mehlige Überzüge bilden.

Antimon (Sb)

läßt den metallischen Charakter noch mehr wie Arsen hervortreten. Es kristallisiert rhomboedrisch, freilich sind natürliche Kristalle sehr selten. Gewöhnlich findet es sich derb, eingesprengt oder in kugeligen, nierenförmigen Aggregaten. Es spaltet nach der Basis, hat H. 3, spez. Gew. 6,6 und eine zinnweiße bis gelbe oder grünliche Farbe.

Vor dem Lötrohr schmilzt es leicht, verflüssigt sich auf Kohle, und verbrennt mit weißer Flamme unter Hinterlassung eines weißen Beschlages. Sb findet sich in Begleitung von Silber und arsenhaltigen Metallen und mit ebensolchen Beimischungen in Andreasberg, Przibram, in Schweden, auf Borneo.

Antimonglanz (Sb_2S_3),

Grauspießglanz, kristallisiert in den verschiedensten Formen und Kombinationen des rhombischen Systems und zeigt eine deutliche Spaltbarkeit (nach $\infty P \infty$). Die Kristalle sind säulenförmig, nadelförmig und zu Drusen vereinigt (Taf. 5, Fig. 2). Vor dem Lötrohr schmilzt er und bildet auf der Kohle, wo er verbrennt, einen weißen Belag. Heiße Salzsäure löst ihn, im Glasrohr sublimiert er. Härte 2, spez. Gewicht 4,6. Er ist rein bleigrau, manchmal schwärzlich und bunt angelaufen. Fundorte sind Gänge und Lager bei Berneck im Fichtelgebirge, bei Freiberg, in Andreasberg, Wolfsberg, Brilon, Ungarn, Siebenbürgen u. a.

Aus Antimonglanz, dem wichtigsten Antimonerz, wird Antimon im großen hergestellt, das zu verschiedenen Gegenständen verarbeitet wird.

Wismut (Bi, Taf. 5, Fig. 3),

H. 2,5, spez. Gew. 9,8, kristallisiert in Rhomboedern, Kombinationen und Zwillingen des hexagonalen Systems. Meist sind die Kristalle verzerrt. Das Mineral findet sich auch eingesprengt, derb, körnig, baumförmig und federartig. Es ist silberweiß mit einem Stich ins Rötliche, bisweilen auch bunt

angelaufen. Vor dem Lötrohr leicht schmelzbar, auf Kohle mit Hinterlassung eines zitronengelben Beschlages verdampfend. Wismut findet sich auf Gängen mit Kobalt und Nickelerzen, in Schneeberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt, Joachimstal, in England, Schweden usw. Aus Wismut und auch Bismutit (Bi_2S_3) wird Wismut-Metall hergestellt, das zu Legierungen und thermoelektrischen Batterien Verwendung findet.

Schwefelkies, Eisenkies, Pyrit (FeS_2)

Doppelschwefeleisen (Taf. 5, Fig. 4), das verbreitetste Mineral dieser Klasse, kristallisiert in den verschiedensten Formen des regelmäßigen Systems, holoedrisch, hemiedrisch, in Kombinationen und Zwillingen.

$$\left(\infty O \infty;\ \frac{\infty O n}{2} \cdot \frac{m O n}{2}\ \text{usw.}\right)$$

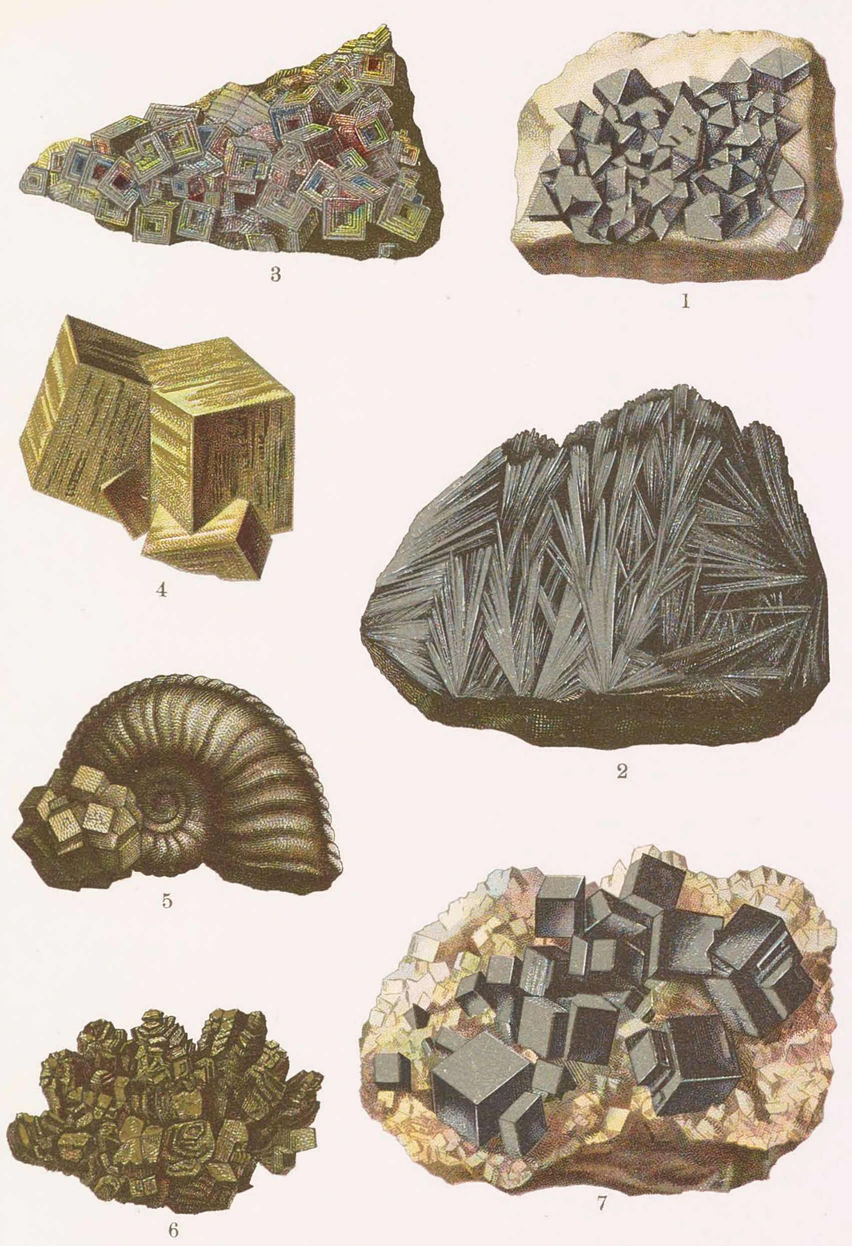
Häufiger noch kommt der Schwefelkies knollig, nierenförmig, traubig und derb vor.

Bald bildet er innerhalb Sedimenten selbständige Lager oder mit Kupfer und Magnetkies Lager und Stöcke, bald findet er sich in Erzgängen (Harz und Siegenerland). Er zeigt sich in Eruptivgesteinen, in kristallinischen Schiefern, in Tonen, Mergeln, in Stein- und Braunkohlen (Geruch nach schwefeliger Säure in der Nähe der Essen) und überzieht nicht selten als Versteinerungsmittel Organismen, wie z. B. Ammoniten (Taf. 5, Fig. 5).

Er ist unvollkommen spaltbar nach dem Würfel, hat muscheligen bis unebenen Bruch und speisgelbe Farbe (manchmal goldgelb oder rötlich angelaufen) und bräunlichschwarzen Strich. H. 6, spez. Gew. 5. Vor dem Lötrohr erhitzt, verbrennt Schwefelkies mit blauer Flamme, wobei FeS_2 (Schwefeleisen) zurückbleibt. Ein Versuch mit dem Sauerstoffgebläse zeigt den Vorgang noch schöner.

Durch Umwandlung in Eisenoxydhydrat zeigen die Kristalle mitunter eine braune Rinde, die unter Umständen so weit fortschreitet, daß Umwandlungen von Brauneisenerz nach Pyrit entstehen. Man trifft übrigens häufig Mineralkörper, welche eine bestimmte Kristallform nachahmen, die also, ohne selbst Kristalle zu sein, die Kristallform eines anderen Minerals aufweisen. Solche Körper nennt man Afterkristalle oder Pseudomorphosen. Unser Schwefelkies zeigt außer den schon genannten auch Umwandlungs- und Umhüllungspseudomorphosen nach Markasit, Magnetkies, Arsenkies, Quarz, Fluorit, Aragonit usw.

Pyrit ist ein treffliches Beispiel für das Werden und Vergehen im Mineralreich, für die Unbeständigkeit und Umwandlungsfähigkeit der einzelnen Individuen.



1. Mißpickel von Freiberg in Sachsen. 2. Antimonit von Przibram in Böhmen. 3. Wismutkristalle als Hüttenprodukt. 4. Pyritkristalle von Tavistock in England. 5. In Pyrit versteinerter Ammonites Amaltheus. 6. Markasitkristallgruppe aus Sachsen. 7. Bleiglanzkristalle auf Flußspat aus Derbyshire in England.



Aus Eisenkies entsteht bei Zutritt von Luft, namentlich beim Liegen in freier Luft, Eisenvitriol und Schwefelsäure. Diese wirkt auf die Umgebung ein und verwandelt z. B. Kalkstein in Gips, Ton in Tonerde usw.

Der glänzende Überzug von Eisenkies auf Versteinerungen entsteht dadurch, daß bereits entstandene Vitriole, die mit Wasser über den modernden Leib hinwegfließen, ihren Sauerstoff abgeben, also reduziert werden. Ähnlich ist auch das Auftreten des Pyrits auf Kohlen zu erklären.

Von den vielen Fundorten seien hier erwähnt: Freiberg, Goslar, Klaustal, Minden, mehrere Stellen in Westfalen, Elba, St. Gotthard, Spanien, welches eine besonders große Ausfuhr hat. Die Gruben von Rio Tinto liefern alljährlich gegen 2 000 000 Tonnen.

Schwefelkies dient zur Herstellung von Eisenvitriol, Alaun, Schwefelsäure und Schwefel.

Markasit oder **Speerkies** (FeS_2, Taf. 5, Fig. C)

hat die gleiche chemische Zusammensetzung wie Eisenkies und unterscheidet sich von diesem zunächst durch die Kristallform, welche dem rhombischen System angehört, und durch die gräulich-speisgelbe Farbe sowie den grünlichgrauen Strich. Auch Markasit ist ziemlich verbreitet, wenn auch nicht so weit wie Schwefelkies. Ein Zusammenvorkommen von beiden in Erzlagerstätten ist nicht selten, ebenso eine Verwachsung von Kristallen des Markasits und Pyrits. Die Verwendung ist dieselbe wie die des Schwefelkieses.

Blei (Pb).

Gediegenes Blei, das sich bisweilen haar- und drahtförmig, ästig und in Platten, derb und eingesprengt zeigt, ist selten; noch spärlicher tritt es in Kristallen auf, die stets dem regelmäßigen System angehören. Es erweist sich vor dem Lötrohr als sehr leicht schmelzbar, verdampft auf Kohle mit Hinterlassung eines schwefelgelben Beschlags, ist in Salpetersäure löslich und hat H. 1,5, spez. Gew. 11,3. Salzsäure fällt weißes Chlorblei, Schwefelsäure weißes Bleisulfat aus Lösungen. Sein metallischer Glanz geht an der Luft rasch verloren, da es sich leicht mit Sauerstoff verbindet. Von den vielen Verbindungen, die das Blei einzugehen vermag, sind nur 3 Erze bedeutend: Bleiglanz, Bleivitriol und Weißbleierz. Aber auch von diesen kommt wegen der Häufigkeit des Auftretens nur eine in Betracht, der Bleiglanz; die beiden andern sind nur Begleiter von ihm oder seine Umwandlungsprodukte. Wo dieser offen zutage tritt, haben ihn Luft und Regen chemisch verändert; es bilden sich dann sowohl die beiden genannten Mineralien als auch phosphorsaures, chromsaures und arsensaures Blei.

Bleiglanz (PbS, Taf. 5, Fig. 7)

kristallisiert regelmäßig und zwar in den Formen: $\infty O \infty$, O, ∞O. Von den Kombinationen ist besonders $\infty O \infty \cdot O \cdot \infty O$ hervorzuheben. Verzerrte, unebene, zerfressene Kristalle sind häufig. Ferner kommt das Mineral röhrenförmig, knollenförmig, traubig, besonders häufig derb und eingesprengt vor. PbS spaltet nach dem Würfel, ist meist mit Zinkblende vergesellschaftet und enthält auch etwas Zink, fast ausnahmslos aber Silber. Als weitere Begleiter unseres Minerals sind zu nennen: Kupferkies, Quarz, Baryt und Karbonate. Es bildet Flöze (bei Commern in der Eifel), Lager (Rammelsberg mit Kupferkies) und Gänge (Klaustal, Freiberg).

Freiberg zählt allein 300 kiesige Bleigänge, 400 edle (silberhaltiger Bleiglanz und Silberglanz) und ungefähr 130 barytische Bleigänge. Wir begegnen größeren Bleigängen im rheinischen Schiefergebirge (Gangzug von Peterswalde bis Holzapfel), in Przibram in Böhmen und vor allem in Spanien. Höhlenfüllungen endlich weisen einige Lagerstätten in Oberschlesien und Westfalen (Brilon und Iserlohn) auf. Solche Füllungen zeigen sich unter anderem auch in Nordamerika, wo das Bleierz nicht selten Dolomitlager durchbricht.

Der Bleibergbau hat ein hohes Alter. Römer, Phönizier und Karthager holten sich ihr Blei aus Spanien oder England, welch letzteres in vielen seiner Bleilagerstätten ausgebeutet wurde. Den Hauptanteil an der heutigen Bleiproduktion, welche ca. 1 000 000 Tonnen beträgt, hat Nordamerika mit etwa 300 000 Tonnen. Durch den Umstand, daß man jetzt in jenen Lagerstätten, wo man früher nur edle Metalle suchte, auch nach Blei und anderen unedlen Metallen sich umsieht, hat Amerika Deutschlands und Spaniens Produktion überholt und die Preise bis auf heute fortgesetzt herabgedrückt.

Von den vielen Bleiverbindungen seien hier noch erwähnt Bleikarbonat, auch **Weißbleierz** genannt. Es kristallisiert rhombisch und ist meist ein Umwandlungsprodukt von Bleiglanz. Es wird als weißer Niederschlag erhalten, wenn man zu Bleinitrat Ammoniumkarbonat gibt.

Bleisulfat (siehe unter „Sulfate“!).

Bleinitrat, regelmäßig. Durch Auflösen von Blei in Salpetersäure herstellbar.

Anwendung des Bleies: Zu Siedepfannen und Kammern in den Schwefelsäurefabriken, zu Wasserleitungsröhren, zur Herstellung von Legierungen, in der Akkumulatoren- und Kabelfabrikation.

Zink (Zn).

Obwohl man schon im Altertum das Messing, eine Legierung von Kupfer und Zink, verwendete, wurde das Zink erst im sechzehnten Jahrhundert (von

Paracelsus) erkannt. Um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts stellte man es zuerst in England dar, und somit weiß man erst in der Neuzeit seine hervorragenden Eigenschaften, nämlich leichte Schmelzbarkeit und Dehnbarkeit bei verhältnismäßig großer Leichtigkeit und Festigkeit, zu schätzen. Es ist ein bläulichweißes Metall, das bei 360 Grad schmilzt, sich bei höherer Temperatur entzündet und mit bläulichweißer, blendender Flamme verbrennt. H. wechselnd, spez. Gew. 6,8. Während das Element Zink selten gediegen vorkommt, sind seine Erze um so häufiger — vor allem Zinkblende und Galmei (Zinkkarbonat).

Zinkblende (ZnS, Taf. 6, Fig. 1)

kristallisiert regelmäßig und zwar gewöhnlich tetraedrisch-hemiedrisch $\left(\frac{O}{2} - \frac{O}{2}\right)$, aber auch im Würfel und Rautenzwölfflächner (Rhombendodekaeder). Kombinationen, Zwillinge sowie auf- und eingewachsene Kristalle sind nichts Seltenes. Ferner kommt Zinkblende derb, körnig, blättrig, strahlig und faserig vor. Sie ist vollkommen spaltbar nach ∞O, hat Härte 4 und spez. Gewicht 4. Vor dem Lötrohr zerspringt sie unter Knistern und ist kaum schmelzbar. Gelber Beschlag an der Kohle. Die Kristalle sind in den seltensten Fällen farblos, gewöhnlich sind sie gelb, rot, braun oder schwarz gefärbt. Auf den spiegelnden Flächen zeigt sich häufig Diamantglanz. Zinkblende findet sich in kristallinischen Massen, auf Gängen, Lagern, in Hohlräumen (Kalkstein), sowohl allein als auch in Begleitung von Blei und Kupfermetallen in Nassau, in Freiberg, im Harz, Przibram, England, Spanien und Nordamerika. Manche Zinklager sprechen deutlich dafür, daß die Zinkblende durch Zersetzung in **Zinkspat** oder **Galmei** übergegangen ist (Oberschlesien, Aachen). Der Name Galmei entstammt der Bergmannssprache. Man versteht darunter ein Gemenge von Kieselzinkerz und Zinkspat, welches außerdem noch Kalk, Dolomit, Ton und Eisenoxydhydrat enthält. Dieses Zinkerz kristallisiert rhomboedrisch (Taf. 6, Fig. 2), und zwar hemimorph, hälftgestaltig, d. h. es treten an dem einen Ende einer Achse andere Flächen auf als an dem anderen. Von andern Zinkerzen sind noch zu erwähnen: Rotzinkerz, Zinkeisenerz, Kieselzinkerz oder Hemimorphit. An der Spitze der Zink produzierenden Länder steht Deutschland (Andreasberg, Goslar, Freiberg, Aachen, Schlesien) mit 200 000 Tonnen, dann folgt Belgien und Nordamerika. Das Kilogramm Zink kostet gegenwärtig 40 Pfg.

Man verwendet Zink zu Zinkblechen (Zinkdächer, -Rinnen), zu Gefäßen, Röhren, in der Elektrotechnik, zu Legierungen usw.

Kupfer (Cu)

gehört zu jenen Metallen, die auch gediegen nicht selten angetroffen werden. So werden im größten Kupferland der Erde, im Staate Michigan viele Tausend Kilogramm schwere Massen reinen Kupfers aufgefunden. Hauptsächlich kommt es im Oktaeder, Würfel und Rautenzwölfflächner (Rhombendodekaeder) vor. Letztere Kristallform hat man am Superiorsee in einer Größe von 2 cm Durchmesser angetroffen. Zwillingskristalle sind namentlich in den Minen am Oberersee häufig. Ferner finden wir Kupfer haar-, draht- und moosförmig (Taf. 6, Fig. 3), ästig, in Platten und Blechen. Es hat hakigen Bruch, ist geschmeidig und dehnbar. Die Farbe ist kupferrot, oft gelb und braun angelaufen. Härte 2,5—3, spez. Gewicht 8,5. Vor dem Lötrohr ist es leicht schmelzbar und verbrennt an seiner Oberfläche zu schwarzbraunem Oxyd (unedles Metall). Kupfer wird durch alle Säuren des Pflanzenreiches, sowie durch Fett und Salzlösungen angegriffen; dasselbe trifft auch bei den Legierungen und Kupferverbindungen zu.

Über die Entstehung des metallischen Kupfers herrschen verschiedene Ansichten. Man ist vielfach der Meinung, daß es als Schwefelkupfer und Silikat in den Eruptionsmassen enthalten war und sich aus diesen abschied. Seine weite Verbreitung erklärt sich daraus, daß es sich aus seinen Lösungen leicht reduziert. Meist findet es sich in Begleitung von anderen Kupfererzen, wie Malachit, Rotkupfer, Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz usw., auf Gängen und Lagern, in Spalten, als Hohlraumausfüllungen, als Bindemittel von Sandsteinen usw.

Kupfer und Kupfererze treten vor allem in Nordamerika auf (besonders am Oberersee), wo alljährlich 263 000 Tonnen erzeugt werden, ferner im Ural, in Australien, Mexiko, Kuba, China. In Europa kommt zunächst Spanien, England und Ungarn in Betracht, sodann Deutschland (Andreasberg, Ems, im Siegenschen, bei Rheinbreitenbach, Mansfeld, Kupferberg in Schlesien, Freiberg u. a.) mit 35 000 Tonnen, wobei die Lager Rammelsberg bei Goslar (1200 m Länge bis 31 m Mächtigkeit, hauptsächlich Kupferkies) und die von Mansfeld ganz besonders hervorzuheben sind.

Das häufigste Kupfererz, der **Kupferkies** ($CuFeS_2$, Taf. 6, Fig. 4) zeigt uns die verschiedensten Umwandlungen. Er wandelt sich um in Kupferglanz (blaue Anlauffarbe), in Kupfervitriol und Eisenvitriol und bei Anwesenheit von Karbonaten in Malachit (Kupferkarbonat). Aus Kupferkies wird Kupfer und bisweilen Vitriol hergestellt. Kupferkies kristallisiert quadratisch und zwar häufig in hemiedrischen Formen $\left(\frac{P}{2} - \frac{P}{2}\right)$, mitunter auch



1. Zinkblendekristall. 2. Zinkspat von Altenberg. 3. Kupfer aus Cornwall. 4. Kupferkieskristalle auf Dolomitkristallen. 5. Buntkupferkies von Schneeberg in Sachsen. 6. Kristallgruppe des Cuprits. 7. Malachit auf Brauneisenerz.



in P∞. Er findet sich derb, nierenförmig, traubig, ist spaltbar, hat muscheligen Bruch, H. 4, spez. Gew. 4,2 und ist ein metallglänzendes, messinggelbes Metall, das manchmal bunt oder braun angelaufen ist und grünlichschwarzen Strich zeigt. Vor dem Lötrohr schmilzt es unter Entweichung von Schwefeldioxyd und bildet ein magnetisches Korn (Fundorte wie bei Kupfer).

Dieselben Bestandteile wie Kupferkies weist auch der regelmäßig kristallisierende **Buntkupferkies** (Taf. 6, Fig. 5) ($CuFeS_3$) auf. Gewöhnlich hat er eine Mischfarbe zwischen kupferrot und tombakbraun, auch ist er (infolge der beginnenden Zersetzung) bunt, häufig blau oder rot angelaufen. Strich schwarz. Seltener als Kupferkies (Freiberg, Annaberg, Mansfeld).

Der rhombisch kristallisierende Kupferglanz (Cu_2S) ist schwärzlich-bleigrau, etwas angelaufen und glänzend. Er ist ein reiches Kupfererz und wandelt sich bei Gegenwart von Karbonaten in Malachit um. Vorkommen siehe „Kupfer". Die Vorgänge der Umwandlung von Kupfererzen gehen gewöhnlich an den Regionen der Erzgänge, die dem zerstörenden Wasser mehr ausgesetzt sind, vor sich.

Das regelmäßig kristallisierende **Rotkupfererz** (Cu_2O) oder der **Cuprit** (Taf. 6, Fig. 6) ist eine Oxydation von Kupfersulfiden oder von gediegenem Kupfer und kennzeichnet sich durch seine cochenillerote Farbe (manchmal bleigrau). Er findet als vorzügliches Kupfererz Verwendung zur Kupferherstellung.

Die schon erwähnte Kupferverbindung **Malachit** (Taf. 6, Fig. 7 und Taf. 7, Fig. 1) ist ein Karbonat ($CuCO_3 \cdot CuOH_2$) und bildet sich aus Kupfersulfiden bei Gegenwart von Kohlensäure. Malachit kristallisiert einfach-symmetrisch, findet sich jedoch häufig in derben Massen oder auch nierenförmig mit anderen Kupfererzen zusammen und dient zur Anfertigung von kleineren Schmuck- und Kunstgegenständen. Die meist schalige Struktur und die verschiedene Färbung der einzelnen Strahlen machen den Stein besonders beliebt. In den uralischen Kupfergruben wurden Malachitblöcke bis zu 5 m Länge aufgefunden. Ein unmittelbares Oxydationsprodukt der Kupfersulfide ist der einfach-symmetrisch kristallisierende **Kupfervitriol** ($CuSO_4 + 5\,H_2O$), der beim Erhitzen im Reagenzröhrchen Wasser abgibt. Wir treffen ihn in Klüften von Bergwerken; Grubengewässer, die ihn gelöst enthalten, führen den Namen Zementwässer und dienen zur Gewinnung von gediegenem Kupfer, indem man Eisen einlegt. (Man tauche einen Eisenstab oder Nagel in eine Lösung von Kupfervitriol!)

Quecksilber (Hg).

Das Quecksilber kommt gediegen äußerst selten und dann amorph (flüssig) vor. Es ist ein zinnweißes, stark metallglänzendes Element, das bei 40 Grad erstarrt und regelmäßig kristallisiert. Vor dem Lötrohr verdampft es vollständig. Spez. Gew. 13,5. Verschiedene Metalle lösen sich in Quecksilber auf und bilden sogen. Amalgame. Man werfe ein Stückchen Natrium auf Quecksilber und beobachte, wie sich die Metalle unter Feuererscheinungen vereinigen (Giftige Dämpfe!).

Von den verschiedenen Verbindungen des Quecksilbers ist eine von besonderer Bedeutung für seine Gewinnung, nämlich das Sulfid, der cochenillerote **Zinnober** (HgS, Taf. 7, Fig. 2). Über dessen vulkanische Bildungsweise liegen bestimmte Anhaltspunkte vor. Es ist vor allem das Gebiet der kalifornischen Küstenkette, welches an Vulkanen, Thermen und Solfataren reich ist und ein anschauliches Bild davon gibt, daß Ausströmungen von Wasserdampf, Schwefelwasserstoff usw. gezwungen worden sind, das zerklüftete Gestein zu durchziehen, ehe sie ins Freie gelangten. Bei dieser Gelegenheit wurden in den natürlichen Schornsteinen und Klüften vor allem Zinnober und freier Schwefel (auch andere Mineralien) abgesetzt. Wenn auch die Verhältnisse an anderen Orten nicht so klar liegen, so kann doch angenommen werden, daß die Quecksilberzufuhr aus großen Tiefen kommt und verschiedene Spalten in Dampfform passiert.

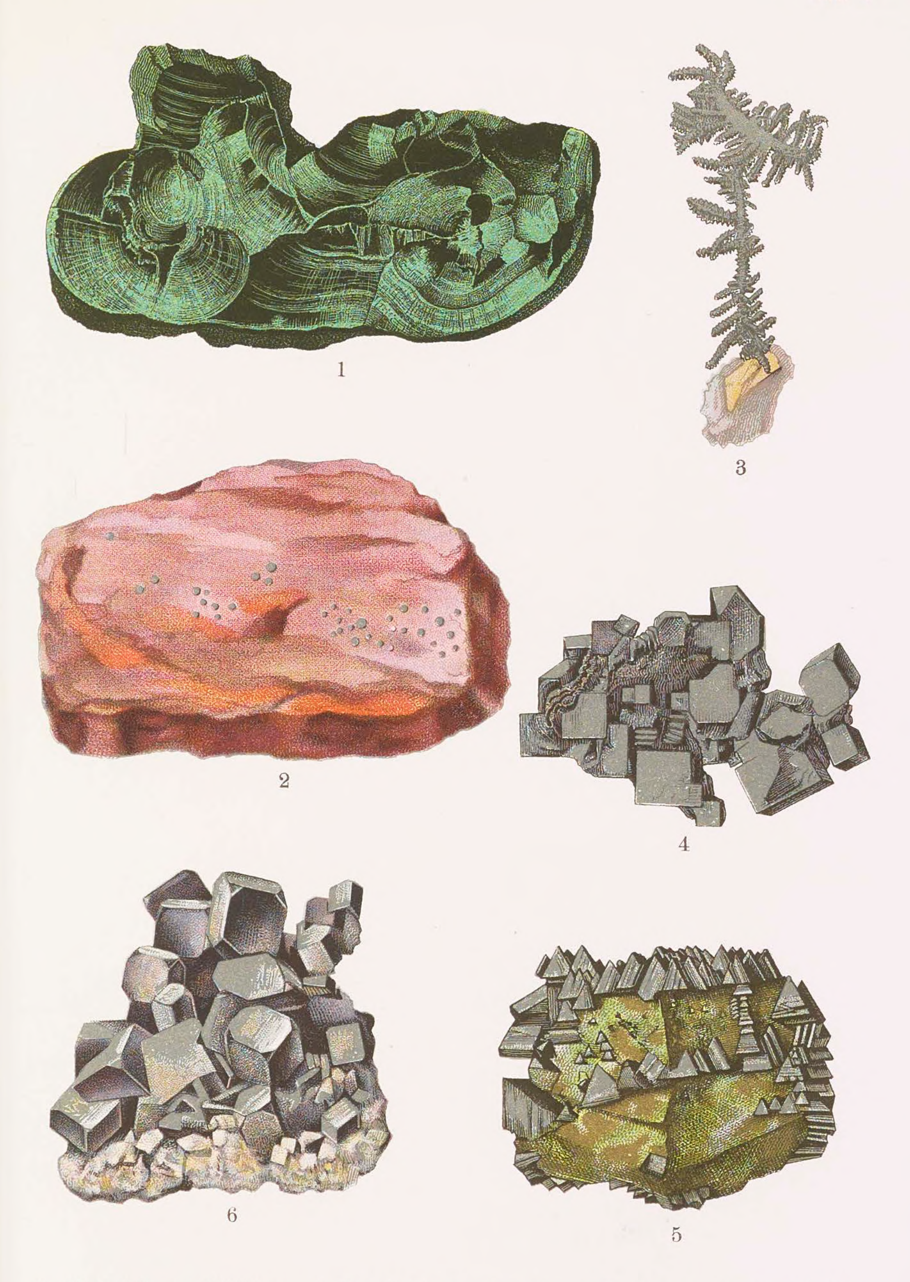
In rhomboedrischen Kristallen, in Drusen oder derb, faserig, körnig oder erdig findet sich Zinnober in Schiefern, in Dolomit und Sandsteinen, und zwar außer dem bereits erwähnten Fundorte auch in Mexiko, Almaden in Spanien, in Idira (dort mit erdigen Stoffen vermischt unter dem Namen Lebererz bekannt), in Italien, China, Westfalen, Horowitz.

Der Preis, der gegenwärtig für das Kilo 6 Mark beträgt, ist im Steigen begriffen. Die vielfache Verwendung des Quecksilbers zu physikalischen Apparaten, seine Benützung als Spiegelbelag ist bekannt. Anwendung von Quecksilber bei der Gewinnung von Gold und Silber. — Jahresproduktion ca. 3500 Tonnen.

Silber (Ag).

In den oberen Teilen der Erzgänge findet sich Silber als Zersetzungsprodukt silberhaltiger Erze, denn dort oben waren die betreffenden Erze, Blenden und Glanze den Tageswässern ausgesetzt. Die bis zentnerschweren Klumpen von gediegenem Silber, die sich im Ausgehenden der Erzgänge fanden und noch finden, nur leicht mit Gerölle bedeckt, haben schon in den ältesten Zeiten zur Entdeckung von Silbergängen geführt. Mit zunehmender Tiefe wird das Silber spärlicher, es findet sich dann haar-, draht- und moosförmig (Taf. 7, Fig. 3), zähnig, gestrickt, in Blechen, Platten und eingesprengt.

Silber und Silbererze zeigen sich in Begleitung von Bleiglanz, Arsenverbindungen, mit Kalkspat, Flußspat, Quarz (bei Freiberg über 150 sog. edle Quarzgänge, nämlich weißer Quarz mit verschiedenen Silbererzen) und in jungvulkanischen Gesteinen mit Gold. Man trifft es auf Gängen in kristallinischen Schiefern, wie im Erzgebirge, Freiberg, Annaberg,



1. Malachit aus Sibirien. 2. Quecksilber auf erdigem Zinnober. 3. Dentrisches Silber von Wolfach in Baden. 4. Hexaedrische Silberkristalle von Kongsberg. 5. Tetraedrit auf Kupferkies vom Harz. 6. Smaltit von Schneeberg in Sachsen.



Marienberg, Johanngeorgenstadt, Joachimstal, auf Gängen in eruptiven Massengesteinen, wie in Schemnitz und auf Gängen mit Sedimentärgesteinen Andreasberg, Przibram und in Mexiko, dem Hauptsilberlande.

Silber kristallisiert regelmäßig, und zwar in Würfeln (Taf. 7, Fig. 4), Oktaedern und Rautenzwölfflächnern (Rhombendodekaedern), hat Härte 2,5 spez. Gewicht 10,5. Es ist „silberweiß", oft auch schwarz, gelb oder kupferrot angelaufen. Vor dem Lötrohr schmilzt es leicht, in Salpetersäure ist es löslich, und mit Salzsäure gibt es den bekannten käsigen Niederschlag (Chlorsilber), der sich schwarz färbt. Als wichtige Silbererze kommen noch in Betracht Silberglanz, dunkles Rotgültigerz (Antimonsilberblende) und Arsensilberblende (lichtes Rotgültigerz). Außerdem enthalten auch Mineralien wie Bleiglanz und Fahlerz Silber.

Als eines der reichsten und wichtigsten Silbererze gilt **Silberglanz** (Ag_2S). Das regelmäßig kristallisierende Erz ($O \cdot \infty O \infty \cdot \infty O$) findet sich häufig haar- und baumförmig, derb und eingesprengt, ist geschmeidig und biegsam und hat unebenen Bruch. Härte 2, spez. Gewicht 7. Es hat bleigraue bis schwarze Farbe, Metallglanz und glänzenden Strich. Vor dem Lötrohr schmilzt es leicht mit Hinterlassung einer Silberkugel. Es findet sich in den kristallinischen Schiefern von Freiberg mit Kobalt- und Nickelerzen, in Schneeberg, Annaberg, Andreasberg, Joachimstal, Ungarn, Chile und Mexiko.

Die drei ersten Länder auf dem Gebiete der Silberproduktion sind: Vereinigte Staaten, Mexiko, Australien. Deutschland produziert gegen 400000 kg im Werte von ca. 33 Millionen Mark.

Fahlerz (Taf. 7, Fig. 5).

Wir haben es mit einem Mineral von wechselnder chemischer Zusammensetzung zu tun, das sowohl auf Kupfer als auch auf Silber verarbeitet wird, und zwar ist Kupfer in allen Fahlerzen (Antimon-, Arsen-Fahlerze) am reichsten vorhanden. Fahlerz findet sich auf Gängen in kristallinischen Schiefern begleitet von Sulfiden, Quarz und Eisenspat in Klaustal, Andreasberg, Freiberg in Tirol, Böhmen, Siebenbürgen, Siegen, Freiberg i. S., Schneeberg i. S., Ungarn. Es kristallisiert regelmäßig $\left(+\frac{O}{2}\right)$ und in Kombinationen $\left(-\frac{O}{2}, \infty O \infty, \infty O\right)$. Vor dem Lötrohr leicht schmelzbar, in konzentrierter Salzsäure zum Teil löslich.

Speiskobalt, Smaltit (CoAs, Taf. 7, Fig. 6).

Dieses wichtige Kobalterz findet sich nur in Verbindungen, welchen insgesamt gemeinsam ist, daß sie nach dem Rösten ein schwarzes Oxyd hinterlassen und mit Borax eine lasurblaue Farbe bilden. Schon in

der ersten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts hat man entdeckt, daß ein Zuschlag von Kobalterzen zu Glasflüssen eine blaue Färbung des Glases erzeugt. Von der beliebten blauen Farbe hat man verschiedene Anwendung gemacht (Blaufarbenfabrikation, Porzellanindustrie). Speiskobalt findet sich kristallisiert (regelmäßig $\infty O \infty$, O), körnig, stengelig, dicht und spiegelig; Härte 5,5, spez. Gewicht 6,5, Bruch uneben. Er ist ein zinnweißes bis leicht stahlgraues Erz, das manchmal bunt angelaufen ist und einen Stich ins Rötliche zeigt. Ist das der Fall, so hat man es schon mit einer Umwandlung (Oxydation) nach der sogenannten Kobaltblüte (CO'NiFe) As_2 zu tun. Nicht selten kommen Beimengungen von Eisen oder Nickel vor, und diese sind dann ausschlaggebend für die Färbung des Minerals. Vor dem Lötrohr schmilzt es leicht und erzeugt Arsengeruch und weißen Beschlag.

Fundorte: Annaberg, Schneeberg, Andreasberg, Richelsdorf in Hessen, Steiermark u. a. mit Silbererzen auf den sogenannten Kobaltgängen.

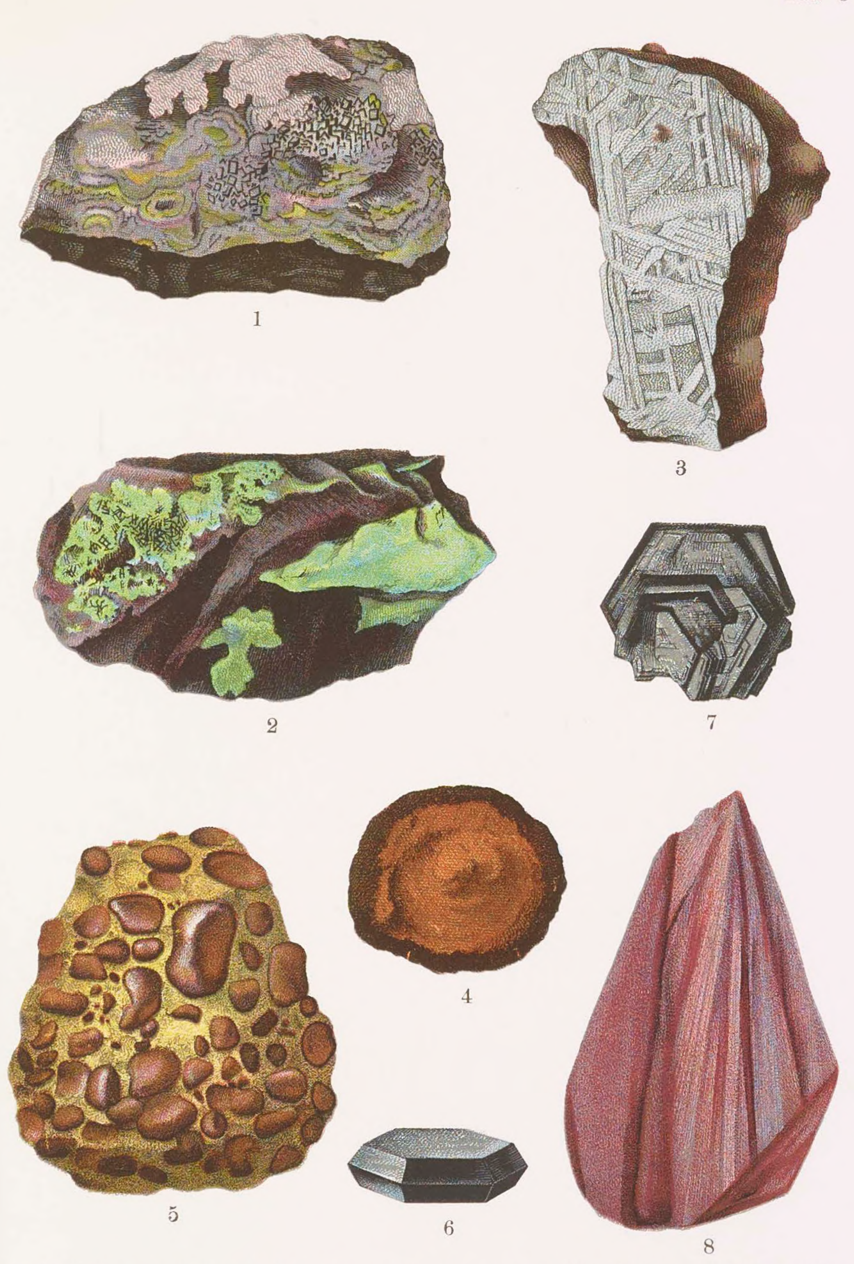
In derselben Form wie Speiskobalt findet sich Glanzkobalt, auch Kobaltglanz genannt. Er hat eine rötliche, silberweiße oder gelbliche Farbe und findet sich auf Erzlagern in Gesellschaft von Kupferkies und Eisenkies bei Siegen und Tunaberg in Schweden. Er dient wie Speiskobalt zur Blaufarbenfabrikation. In Begleitung von Kobalt finden sich stets noch verschiedene Nickelerze: der **Arsennickelglanz** (NiAsS), **Antimonnickelglanz, Weißnickelglanz** ($NiAs_2$), **Millerit, Haarkies** oder **Nickelkies** (NiS) und **Rotnickelkies** (NiAS), **Arsennickelkies, Kupfernickel, Nickelin** (Taf. 8, Fig. 1). Wir haben hier eine Reihe von Nickelverbindungen, die sich unter ähnlichen Bedingungen und in denselben Lagerstätten finden wie die Kobalterze.

Eine der wichtigsten Verbindungen ist der hexagonal kristallisierende Rotnickelkies, der aber häufig derb und eingesprengt vorkommt. Er ist licht, kupferrot, grau oder schwarz anlaufend und hat schwarzen Strich. Vor dem Lötrohr schmilzt er zu einer Metallkugel. Aus manchem Nickelmetall kann durch chemische Veränderung ein erdiger, apfelgrüner Niederschlag entstehen, die Nickelblüte; — wasserhaltige Verbindungen von Arsensäure mit Nickeloxydul (Taf. 8, Fig. 2).

Alle Nickelerze sind eisenhaltig, und alle arsen- und schwefelhaltigen Eisenerze enthalten Nickel. Auch das meteorische Eisen ist stark nickelhaltig.

Die Nickelerze verarbeitet man zu dem reinen, silberweißen Nickel Dieses hat einen hohen Schmelzpunkt (1400 Grad) und findet durch diesen Umstand und seine Dehnbarkeit in der Technik mannigfache Verwendung.

Die gesamte Nickelproduktion beträgt ungefähr 12 000 Tonnen, davon treffen gegen 6000 Tonnen auf die Vereinigten Staaten.



1. Nickelin von Richelsdorf in Hessen. 2. Annabergit (Nickelblüte) auf Chloanthit. 3. Meteoreisen aus Mexiko. 4. Sumpferz vom Onegasee in Rußland. 5. Bohnerz in Ton von Salmendingen in Württemberg. 6. Eisenglanzkristall vom St. Gotthard. 7. Eisenrose vom St. Gotthard. 8. Blutstein vom Schwarzenberg in Sachsen.



III. Klasse. Oxyde und Hydroxyde.

A. Oxyde.

Eis H_2O hexagonal
Quarz SiO_2 „
Zirkon $ZrSiO_4$ quadratisch
Zinnerz $SnSnO_4$ „

} isomorph. $Zr<^{O}_{O}>Si$ (Zr und Si je über vier O verbunden)

Korund Al_2O_3 regelmäßig — Hämatit Fe_2O_3 hexagonal

B. Hydroxyde.

Opal $SiO_2(H_2O)x$ — Manganit $MnO \cdot OH$
Diaspor $AlO.OH$ — Göthit $FeO \cdot OH$
Brauneisenerz $Fe_4O_3(OH_6)$.

Eisen (Fe).

Das verbreitetste aller Metalle, das Eisen, findet sich in zahlreichen Verbindungen in jedem Gestein, allen Wassern und in den meisten Organismen.

Im Gegensatz zu dem häufigen Auftreten der Eisenverbindungen steht das Vorkommen des **Elementes.** Dieses findet sich tellurisch (irdisch) und meteorisch (aus dem Weltraume stammend). Beide Eisen gehören dem regelmäßigen System an. Tellurisch findet es sich äußerst selten und dann in Platten, Körnchen, derb, eingesprengt und in Klumpen. Meteoreisen kommt in Klumpen und eingesprengt in Meteorsteinen vor. Beide Arten sind zwar chemisch reines Eisen, finden sich jedoch in Begleitung von anderen Metallen, vor allem von Nickel.

Als Fundort für tellurisches Eisen sind zu erwähnen Mühlhausen i. Th. und Grönland mit seinen losen Eisenmassen (bis zu 500 Zentnern) und jenen, die in Basalte eingeschlossen sind. Obwohl man den irdischen Ursprung dieser Eisenblöcke bezweifelt hat, sprechen doch heute viele Tatsachen dafür.

Meteoreisen (Taf. 8, Fig. 3) und Meteorstein entstammen kleinen Weltkörpern, die in Schwärmen um die Sonne kreisen und durch den Umstand, daß sie der Erde zu nahe treten, von dieser angezogen werden. Unter Feuererscheinungen, die durch die riesige Geschwindigkeit bedingt sind, kommen die Meteoriten, gewöhnlich an der Oberfläche geschmolzen einzeln oder zu vielen an (bis 3000 Stück). Das Gewicht ist sehr wechselnd, und es sind schon Eisenblöcke von 15 000 kg (Peru) gefunden worden.

Daß das Eisen für die Organismenwelt geradezu unentbehrlich ist, zeigt uns nachstehende Betrachtung. Die löslichen Eisenverbindungen wandern in die Pflanze und bilden einen unentbehrlichen Bestandteil dieser Organismen. Grüne Pflanzen können ohne Licht nicht arbeiten

(d. h. sie sind nicht imstande, aus Wasser und Kohlensäure unter Mitwirkung des Lichtes Zucker und Stärke zu bereiten) und werden bleich. Das trifft aber auch bei denjenigen zu, die Mangel an Eisen haben. Von der Pflanze wandert das Eisen in den tierischen und menschlichen Organismus. Wenn es auch nur in geringer Menge im Körper vorhanden ist — im menschlichen Blute finden sich etwa 2 Gramm — so bewirkt doch schon ein geringes Abweichen von dieser Quantität Krankheitserscheinungen.

Das in der Pflanze angesammelte Eisen kehrt (allerdings in veränderter Form) wieder zum Boden zurück.

Durch den Lebens- und Fäulnisprozeß von Pflanzen wird ein Niederschlag von schlammigen Eisenoxyd in Bächen wie Sümpfen bewirkt, so daß sich wie in Norddeutschland und Rußland unter Torf- und Sumpfwiesen ganze Lager von erdigem Eisen, sogenanntem **Raseneisen** (Sumpferz, Taf. 8, Fig. 4) bilden. Durch diesen Prozeß scheiden sich Schwefel- und Phosphorverbindungen aus. Wie bei anderen Eisenverbindungen, so sind auch hier pflanzliche und tierische Reste nichts Seltenes.

Das für die Technik in Betracht kommende Eisen entstammt den verschiedensten Eisenerzen, und zwar verarbeitet jedes Land die ihm zu Gebote stehende Art. Schweden benutzt fast ausschließlich Magneteisenstein, in Deutschland bildet Brauneisenstein das Hauptmaterial für Eisengewinnung, gewisse Distrikte verwenden Roteisen stein oder auch Eisenspat.

Die Eisenerzlagerstätten sind entweder Flöze (es gibt flözbildenden Braun-, Rot- und Spateisenstein) oder Lager, die ebenfalls von Magnet-, Braun-, Rot- und Spateisenstein gebildet werden. Letztere treten häufig in Begleitung von Kalk oder Gneis und Glimmerschiefer auf. Große Eisenmassen, wie man sie z. B. auf Elba oder in Schweden trifft, gehören ebenfalls der Lagerform an. Die Gangform ist selten; sie findet sich im Harz, Vogtland, bei Bergzabern und bei Müsen.

Eine eigentümliche Art von Eisenerzlagerstätten sind die sogenannten Erzberge, wie der Taberg in Schweden, ein Felsrücken, der sich etwa 2700 m ausdehnt und bis zu 30 % Eisengehalt aufweist. Solche Erzberge finden sich auch im Ural. Endlich sind an Erzlagerstätten noch die Bohnerzablagerungen zu erwähnen (Taf. 8, Fig. 5). Es sind das erbsengroße oder auch dickere Kugeln, von schaliger Zusammensetzung. Sie sind aus Quellenabsätzen hervorgegangen und werden durch ein Bindemittel vereinigt. Diejenige Eisenverbindung, welche sich in prächtigen, flächenreichen Kristallen zeigt (Taf. 8, Fig. 6), heißt **Eisenoxyd** (Fe_2O_3), auch **Hämatit, Eisenglanz, Roteisenerz** genannt. Härte 5,5 bis 6,5, spez. Gewicht 5,2.

Es kommt in 2 Varietäten vor, in wohlausgebildeten Kristallen oder mikrokristallinisch.

Nicht selten finden sich die Kristalle zu Drusen und Gruppen vereinigt, wie uns z. B. die sogen. Eisenrosen (Taf. 8, Fig. 7) der Alpen zeigen. Zwillinge und Verwachsungen mit Rutilkristallen kommen häufig vor. Im wesentlichen ist unser Mineral Fe_2O_3 $\begin{matrix} Fe\diagup O \\ Fe > O \\ \diagdown O \end{matrix}$. Vor dem Lötrohr wird es schwarz (Reduktionsflamme) und magnetisch. Vorkommen: Elba, Altenburg i.S., Vesuv.

Im Gegensatz zu den obengenannten, wohlausgebildeten Formen existiert eine mikrokristallinische Art von Eisenoxyd, das Roteisenerz, das sich gewöhnlich in traubigen, nierenförmigen und kugeligen Aggregaten zeigt; außerdem kommen schuppige, dichte und erdige Varietäten vor. **Roten Glaskopf, Blutstein** (Taf. 8, Fig. 8) nennt man nierenförmige, traubige und kugelige Gebilde (Harz, Schwarzwald, Nassau, Sachsen und England); dünnschalige und feinschuppige Abarten heißen **Eisenglimmer** (Harz, Gotthard, Siegen, Amberg), erdiges oder ockerreiches Roteisenerz, wie es sich namentlich in Sandsteinen, Kalksteinen und Thermen fein verteilt und pulverig findet, **Rötel** (Schwarzenberg, Schneeberg, Brilon, Böhmen). Im Buntsandstein allgemein verbreitet.

Brauneisenerz, Limonit ($Fe_4O_3(OH)_6$).

Wie Roteisenstein, ist auch Brauneisenerz (Taf. 9, Fig. 1) mikrokristallinisch, und ebenso sind die Individuen zu kugeligen, traubigen, nierenförmigen und stalaktitischen Aggregaten vereinigt. Ferner finden sich dichte und erdige Varietäten (Bohnerz, s. Taf. 8, Fig. 5). Härte 1—5, spez. Gewicht 3,5—4.

Es ist ein nelkenbraunes bis ockergelbes oder schwarzbraunes Erz, das in Flözen und Lagern vorkommt und nicht selten als ein Umwandlungsprodukt von Eisenspat oder Roteisenstein bezeichnet werden muß. Solche durch die Einwirkung der Atmosphärilien hervorgebrachte Veränderungen zeigt uns das große Limonitlager in Viktoria, Furnace (Virginien). In Gängen ist seine Entstehung aus Pyrit (Verwitterung) nachzuweisen, wie ja unser Erz überhaupt durch Verwitterung eisenhaltiger Mineralien und durch Fällung von Eisenoxydsalzen entsteht. Brauneisenerz kann auch in Hämatit verwandelt werden, ein Vorgang, der häufig beobachtet wird. Diese Umwandlung geht vor sich, indem der Limonit durch Erwärmen Wasser verliert, oder wenn er lange Zeit mit Wasser in Berührung bleibt. Der Wasserverlust geht allmählich

vor sich (Platten in Böhmen), so daß die Gestalt des Minerals erhalten bleibt. Daher die zapfenförmigen, traubigen Gestalten. Fundorte: Siegen, Harz, Schneeberg, Steiermark, Ungarn.

Die hauptsächlichsten Arten von Brauneisenerz sind: **Brauner Glaskopf** (meist als Ausfüllung von Hohlräumen), **Minette, Eisennieren** und **Göthit.**

Die Minette. Sie ist eine Anhäufung von erbsengroßen Eisennieren, und kommt in Luxemburg und Lothringen vor. (Für die Eisengewinnung von großer Bedeutung.) Durch den Umstand, daß diese Art von Brauneisenerz einen großen Gehalt an Phosphorsäure aufweist, ist es von hervorragender Bedeutung für die Erzeugung von Thomasflußeisen und für die Landwirtschaft.

Eisennieren (Taf. 9, Fig. 2), nierenförmige Gebilde mit schaliger Absonderung in Sand und Ton.

Göthit ist ein gelblichrötliches bis schwärzlichbraunes Mineral, das sich in Verbindung von Rot- und Brauneisenstein findet und durch Wasserverlust in Roteisen übergeht. Eine Abart ist das Nadeleisenerz.

Siderit oder **Spateisenstein** ($FeCO_3$) tritt als Ausgangsprodukt der Gesteine auf Erzgängen und manchmal in jenen feinkörnigen Massen auf, welche sich zwischen Kalken und Schiefergesteinen mitunter in großer Mächtigkeit finden. Die gewaltigen, aus Spateisenstein bestehenden Lager in Kärnten (Erzberg) und die Lager bei Müsen waren der Anlaß zu einer blühenden Eisenindustrie. Härte 3,5—4,5; spez. Gewicht 3,7—3,9.

Der Siderit (Taf. 9, Fig. 3) bildet als sogenannter **Toneisenstein** (mit Ton vereinigt) bald Nieren, bald Flöze (Westfalen, Oberschlesien, Böhmen) und als **Kohleneisenstein** (ein Gemenge von tonigem Eisenspat und Kohle) dickschieferige, schwarze Massen und mitunter bis zu $^1/_2$ m mächtige Flöze, wie z. B. bei Bochum und vor allem in Schottland und England. Auf Gängen findet er sich in Siegen, in Stollberg am Harz, in Przibram, in Stücken und Lagern in Kärnten und im Erzberg (Steiermark).

Der mit Ton gemengte Siderit stellt häufig das Bindemittel der Sandsteine her und verleiht ihnen die gelbliche bis graue Farbe. Diese verändert sich aber mit der Umwandlung in Limonit in braun und rot.

Sogenannte **Sphärosiderite** sind linsen- oder traubenförmige Nieren von Rot-, Braun- oder Spateisenstein, in deren Innern Tier- und Pflanzenreste vorkommen. Wahrscheinlich hat die Erzausscheidung am Mittelpunkte begonnen. Durch Schrumpfen des Inhaltes entstehen getrennte, leicht bewegliche Schichten im Innern (Klappersteine). Eisenspat kristallisiert in



1. Stalaktitischer Pyrrhosiderit aus Brasilien. 2. Eisenniere aus Sachsen. 3. Eisenspat (Siderit) von Neudorf am Harz. 4. Magnetiteisenkristalle von Traversella in Piemont. 5. Derber Chromit mit Chromocher.



Rhomboedern, ist gelblichgrau bis erbsengelb und hat Glas- und Perlmutterglanz. Vor dem Lötrohr unschmelzbar und in Säuren aufbrausend.

Magnetit (Taf. 9, Fig. 4), **Magneteisenstein** ($Fe_3O_4 = FeOFe_2O_3$), das als Eisenerz ebenfalls sehr geschätzte Mineral kristallisiert in regelmäßigen Oktaedern, Rautenzwölfflächnern und Würfeln.

Ferner kommt es auch in Drusen vor. Meist findet es sich in dichten oder körnigen Aggregaten. Magnetit ist ein eisenschwarzes, magnetisches Erz mit schwarzem Strich und Metallglanz. Vor dem Lötrohr schwer schmelzbar und in Salz löslich. Er findet sich in schön aufgewachsenen Kristallen auf kristallinischem Schiefer, in Klüften und Höhlungen (Zillertal, Fassatal), eingewachsen (Oktaeder), in Chlorit- und Talkschiefern (Oetztal, Zermatt), körnig in Lagern und Stöcken in anderen Eisenerzen in Sachsen, Böhmen und vor allem Schweden, sandig an Meeres- und Flußufern, wie z. B. an der Ostseeküste. Mitunter wandelt sich Roteisenstein oder auch Spateisenstein in Magnetit um (Siegener Gruben), anderseits kann unser Mineral in Braun- und Roteisenstein umgewandelt werden (Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser). Außer seiner Verwendung als Eisenerz kommt in Betracht, daß er die natürlichen Magnete liefert.

Die Weltproduktion von Roheisen beträgt ca. 32 Millionen Tonnen. An dieser ist Deutschland mit 19% (die Union mit 34% und England mit 26%) beteiligt. Deutschland produziert über 10 Millionen Tonnen im Werte von 600 000 000 Mark.

Chromeisenstein (FeO, Cr_2O_3; Taf. 9, Fig. 5), ein Eisenoxydul-Chromoxyd, kristallisiert regelmäßig in Oktaedern. H. 8,5, spez. Gew. 4,5, hat braunen Strich, ist vor dem Lötrohr unschmelzbar und in Säuren unlöslich. Er findet sich in Steiermark, Mähren, Schlesien und dient zur Darstellung des Kaliumchromats und anderer Chrompräparate.

Zinn (Sn) und **Zinnstein** (SnO_2). Das silberweiße, sehr geschmeidige, leicht schmelzbare Metall kommt nur äußerst selten gediegen in der Natur vor und wird fast ausschließlich aus dem Zinnstein oder Zinnerz gewonnen. Dieser findet sich eingewachsen in alten granitischen Gesteinen, in sogenannten Stockwerken (das sind Erzgänge in stockförmigen Ablagerungen von Massengesteinen) und auf Gängen in Begleitung von Quarz. Zinnseifen, welche wohl zur Entdeckung des schon in prähistorischer Zeit bekannten Metalles führten, sind lose Anschwemmungsbildungen von zinnführenden Gesteinen.

Hauptfundstätten für Zinn sind die Zinnerzgruben des böhmisch-sächsischen Erzgebirges, wie die von Zinnwald, Altenberg, Ehrenfriedersdorf (Taf. 10, Fig. 1), Schlaggenwalde, ferner die von Cornwall, die Zinninseln Banka und Billiton und das zinnführende Schwemmland in Ostasien und Australien. Zinnstein ist ein gelblichbraun bis schwarzbraun gefärbtes, durchscheinend bis undurchsichtiges Metall mit gräulichweißem, bräunlichgrauem Strich, fett- bis diamantglänzend. Es kristallisiert quadratisch, häufig in Kombinationen von Prismen und Pyramiden.

Mangan (Mn).

Mangan ist ein dem Eisen verwandtes, schwärzlichgraues Metall, das zwar häufig in Begleitung des Eisens, jedoch nicht als Element vorkommt. Seine große Verwandtschaft zu Sauerstoff läßt es mit diesem eine Reihe von Oxyden bilden, welche meist metallischen Glanz und bräunliche Farbe haben. Von den vielen Verbindungen seien erwähnt die Manganblende, der Hausmannit ($MnOMn_2O_3$) analog dem Magnetit, Braunit (Mn_2O_3) analog dem Hämatit, Psilomelan (Hartmanganerz) und Pyrolusit (Taf. 10, Fig. 2), Weichmanganerz oder Braunstein.

Die wichtigste Art, der **Braunstein, Pyrolusit,** tritt in Gängen mit Kalk und Schwerspat auf, bildet wie Bohnerz Füllungen, geht Pseudomorphosen ein (Pyrolusit nach Kalkspat) und erleidet nach Art der Eisenerze allmählich chemische Veränderungen. So entsteht Braunstein aus dem Manganspat bei Verwitterung von Eisenspat und Brauneisen.

Wenn auch die chemische Zusammensetzung von Braunstein der Hauptsache nach MnO_2 (nebst Wasser) ist, so kann man ihn doch wegen der Pseudomorphosen nach anderen Manganerzen (Manganit) kein selbständiges Mineral nennen. Das ist schon äußerlich an der lockeren Beschaffenheit des Minerals zu erkennen. Braunstein ist ein dunkelstahlgraues bis eisenschwarzes, abfärbendes Mineral mit halbmetallischem Glanz, schwarzem Strich, das sich in kurzsäulenförmigen, vertikal gestreiften Formen, in Täfelchen, traubenförmigen und nierenförmigen Aggregaten findet. Fundorte sind Johanngeorgenstadt, Raschau, Ilmenau, Ilfeld, Siegen, Gießen (größtes Braunsteinwerk Deutschlands), Limburg, Ungarn.

Er findet mannigfache Verwendung zur Darstellung von Sauerstoff, Chlor, Chlorkalk, in der Glas- und Porzellanindustrie, zu Legierungen mit Eisen.

Quarz (SiO_2).

Silizium ist nach dem Sauerstoff das auf der Erde verbreitetste Element. Vermöge der großen Neigung, mit Sauerstoff und anderen Grundstoffen Verbindungen einzugehen, trifft man es als Element überhaupt nicht an. Seine einfachste Verbindung ist der Quarz, dessen verschiedene, kristallisierte und kristallinische Formen zu den bekanntesten Mineralien gehören.

Als gemeiner oder derber Quarz bildet er einen hervorragenden Gemengteil häufig vorkommender Felsarten, als Quarzit und Sandstein

ganze Gebirgsmassen. In Form von Sand treffen wir ihn nicht nur in Gruben, im Ackerboden und in Flußläufen, sondern auch zu Uferwällen, ja bis zu 60 m hohen Dünen aufgetürmt und endlich im unabsehbaren Sandmeere der Wüsten.

Kieselsäure finden wir ferner als Kieselsinter im Kessel springender heißer Quellen, wo sie den Sinterkegel und das Tal des Geisers bildet. Als Kieselguhr, Polierschiefer, Tripel finden sich in Deutschland sowohl wie in anderen Ländern jene mächtigen Absatzprodukte von Kieselsäure, welche ihre Entstehung kleinsten Organismen (Diatomeen) verdanken. Diese haben die in Wasser gelöste Kieselsäure in eine feste Form übergeführt (Schalen, Panzer) und dadurch dasselbe an Säure ärmer gemacht.

In den meisten Fällen finden wir den Quarzsand, den beständigsten und gegen Lösungen widerstandsfähigsten aller Sande, auf sekundärer Lagerstätte. Das Transportmittel ist das Wasser. Ununterbrochen kommt es seiner Aufgabe nach, die Höhenunterschiede auszugleichen, das einzureißen und eben zu machen, was durch die Gewalten der Tiefe aufgetürmt wurde und jene Oberflächengestaltung herzustellen, wie sie im Urzustande der Erde bestand. Die physikalische wie chemische Zerstörung des Wassers beginnt mit dem fallenden Regen. Was nicht einsickert, hat das Bestreben, mit Beseitigung verschiedener Hindernisse nach abwärts zu fließen, nach einer Bodeneinsenkung. Das Ziel ist das tiefste Niveau, das Meer. Durch Vereinigung mehrerer kleiner Rieselbäche, welche sich alle ein Rinnsel schaffen, entstehen wie im Hochgebirge tosende Wildbäche, die allmählich ihr Bett zur Schlucht erweitern und alles zerstören, was ihnen hinderlich ist. Unterwaschene, verwitterte Felsblöcke stürzen in die Tiefe und werden, durch den Sturz zerkleinert, mit den Schuttmassen, die der Bach mitführt, weitergeschoben. Durch gegenseitige Reibung runden sich größere Stücke ab (sogenannte Gerölle), werden zerkleinert und schließlich zu Sand verarbeitet. Während der Fluß in seinem reißenden Oberlauf imstande ist, gröberes Gerölle mit fortzuführen, weisen die ruhigen Fluten des Mittel- und Unterlaufes nur noch Sand auf, den sie bei verschiedenen Gelegenheiten ablagern, so bei der Mündung eines Nebenflusses oder bei der Mündung ins Meer (Delta, Uferwälle), also an jenen Stellen, wo ein langsamerer Lauf bedingt wird. Hier begegnet man reinem Quarzsand, der sich von anderen Sanden durch seine große Beständigkeit auszeichnet.

Ähnlich zerstörende Wirkungen, wie wir sie auf dem Festlande zu verzeichnen haben, finden sich auch an den Meeresküsten. Durch Brandung, Ebbe und Flut und fortwährende Wellenbewegung werden Bruchstücke losgerissen und zu Gerölle und Sand zerkleinert.

Außer den erwähnten mechanischen Zerstörungen gibt es noch andere physikalische Erscheinungen, die sich besonders in unserem gemäßigten Klima und in der Wüste zeigen und welche die mechanische Zertrümmerung einleiten. Bei uns greifen der Wechsel der Jahreszeiten und die Temperaturschwankungen zerstörend ein; Nachtfröste (Hochgebirge) bringen das in den Kapillaren der Gesteine zirkulierende Wasser zum Gefrieren. Dadurch werden gewaltige Risse verursacht, der Regen dringt ungehindert ein, wiederholte Fröste machen die Risse immer klaffender, kleinere wie größere Teile lösen sich ab und stürzen, andere Partien zerstörend und mit sich reißend, in die Tiefe.

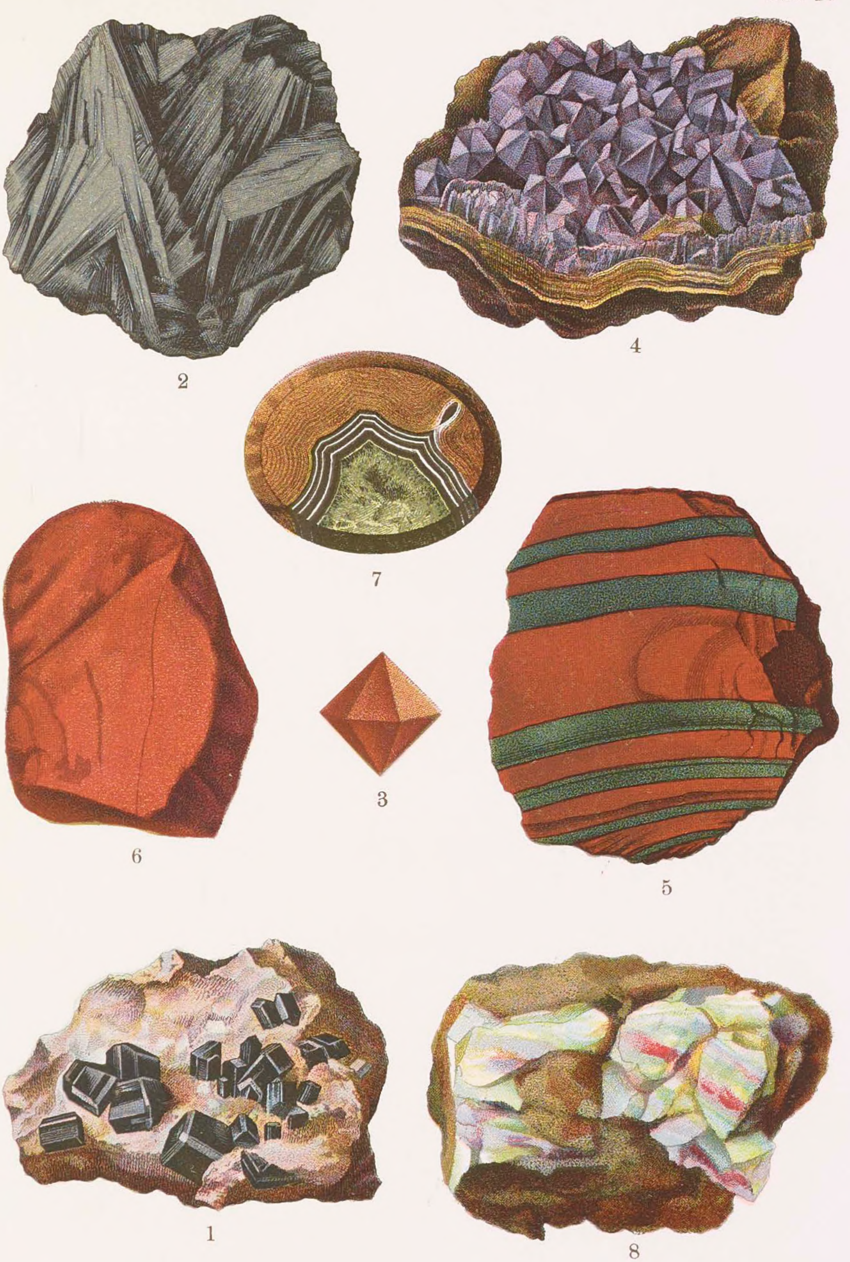
In der Wüste sind es vor allem die Wirkungen des Windes und sodann auch Temperaturschwankungen, die zur schaligen Abblätterung (z. B. Granit) oder zum Zersprengen der Blöcke führen. Endlich ist noch an die gewaltigen Zerstörungen der Gletscher zu erinnern. Die verheerenden Wirkungen derselben gehören der Hauptsache nach längst vergangenen Zeiten an, und deshalb werden wir erst in der Geologie darauf zu sprechen kommen.

Nicht zu unterschätzen sind die chemischen Wirkungen, die von seiten des Wassers auf das Gestein ausgeübt werden. Wenn auch die Löslichkeit der Kieselsäure in Wasser nur gering ist (auf 25 000 Teile Wasser 3 bis 4 Teile Kieselsäure), so muß man doch bedenken, daß die gewaltigen Wassermassen im Laufe der Zeiten erhebliche Mengen fester Säure in flüssige überführen. Kohlensäurehaltiges Wasser befördert die Löslichkeit oder scheidet aus den löslichen kieselsauren Salzen des Kaliums und Natriums SiO_2 ab.

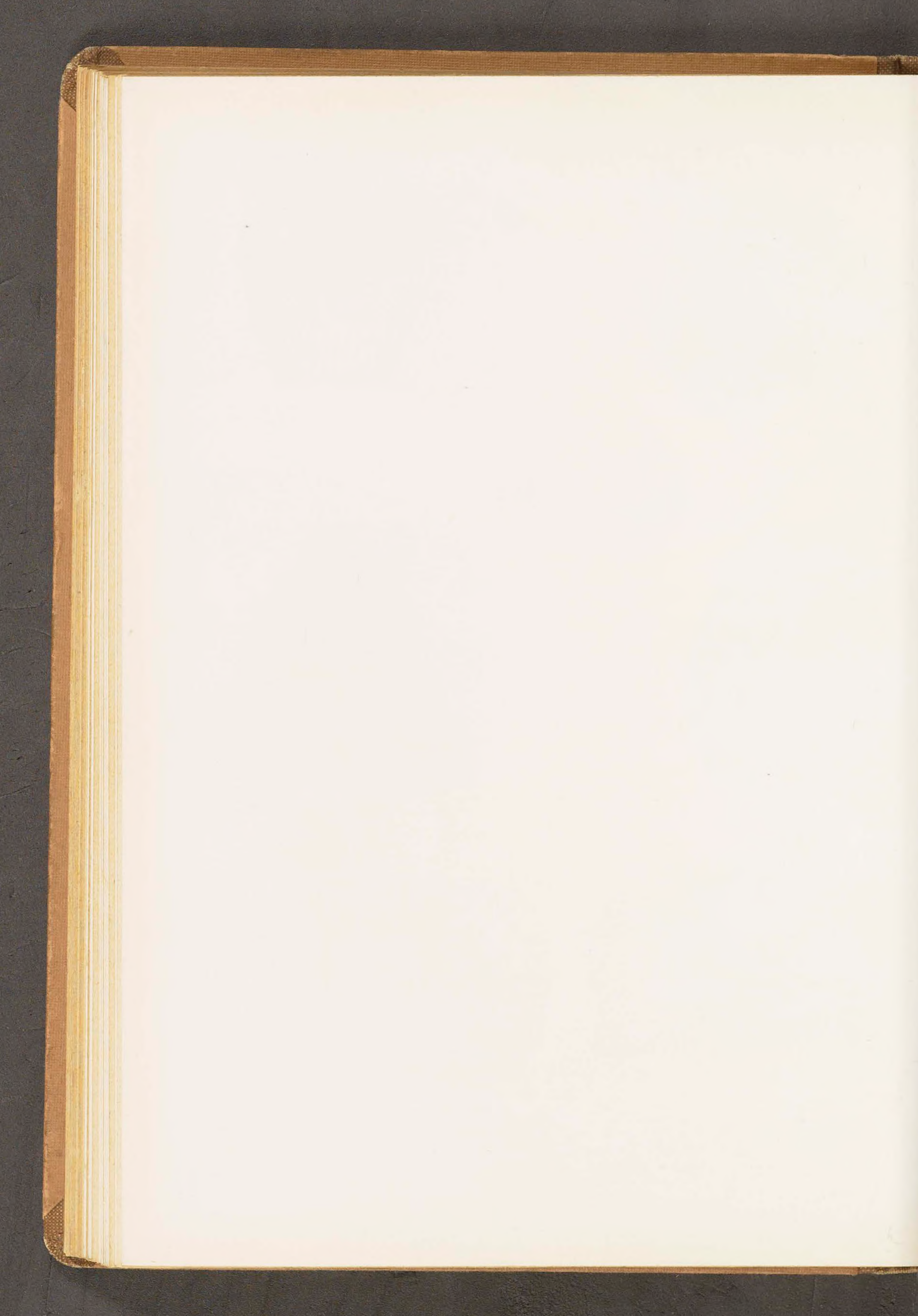
Wo wir den Quarz Gänge ausfüllend oder in linsenförmigen Massen oder prachtvollen Kristallen treffen, da hat man es mit Zersetzungsprodukten anderer primärer Silikate zu tun, die von ihrer ursprünglichen Lagerstätte in den Klüften der Gesteine in Lösungen abgesetzt werden. Fast alle Gangquarzkristalle sind langsäulenförmig und weisen an ihren horizontal gestreiften Prismenflächen kleine regelmäßige Vertiefungen auf, von ätzender Wirkung sauerer Flüssigkeiten herrührend.

Kristalle. In den Kristallen beobachtet man häufig Flüssigkeitseinschlüsse, z. B. Kochsalzlösungen, ein Umstand, der auf die Entstehung aus wässeriger Lösung hindeutet. Auch Tropfen flüssiger Kohlensäure, Einschlüsse von Turmalin, Rutil und Eisenglanz sind nicht selten. Nur in den wenigsten Fällen kann man annehmen, daß Quarzkristalle bei einer hohen Temperatur aus feurig-flüssigen Massen ausgeschieden wurden.

Viele Quarzkristalle sind scheinbar holoedrisch, andere rhomboedrisch-hemiedrisch, und die Varietäten der edleren Form zeigen



1. Zinnerz von Ehrenfriedersdorf. 2. Pyrolusit von Ilmenau in Thüringen. 3. Gelbroter kristallisierter Eisenkiesel. 4. Amethystquarz. 5. Bandjaspis. 6. Blutroter Chalzedon. 7. Achat. 8. Edler Opal.



die sogenannten Tetartoedrie. In ersterem Falle hat man es gewöhnlich mit einer Kombination von $+R$ mit $-R$ (Rhomboeder) zu tun, welch beide Formen im Gleichgewichte sind. Fig. 3 auf Taf. 10 gibt uns ein Beispiel, das im vorliegenden Falle zugleich als Pyramide gedacht werden kann. Fig. 76 zeigt uns, wie zum Haupt- und Gegenrhomboeder das Protoprisma tritt. $\infty P \cdot P$ oder $\infty P \cdot R - R$. Diese wohl häufigste Form der Quarze ist durch Streifung parallel den Kombinationskanten charakterisiert (Fig. 69); man denkt sich dabei zahlreiche Einzelkristalle parallel zueinander verwachsen (Fig. 77).

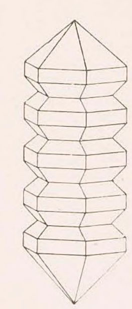


Fig. 77.

Die rhomboedrisch-hemiedrische Form, ein Vorherrschen des Hauptrhomboeders, findet sich ebenfalls häufig.

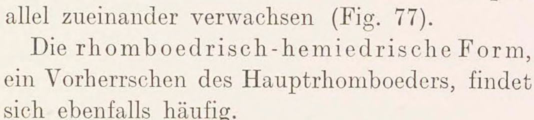


Fig. 76.

Die Tetartoedrie. Treten zu der scheinbaren Kombination von Prisma und Pyramide traubenförmige und trapezförmige Flächen (diese gehören einer dihexagonalen Pyramide an, welche nur mit dem vierten Teil ihrer Flächen auftritt), dann haben wir die Tetartoedrie (rechts 79 und links 78 Quarz, x = Trapezoidflächen). In solch flächenreichen Gestalten finden wir den Quarz in Höhlungen, Drusenräumen und Spalten, häufig in den Alpen.

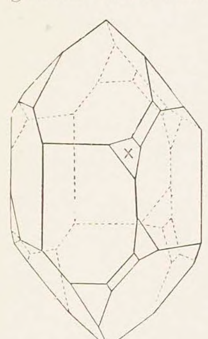


Fig. 78.

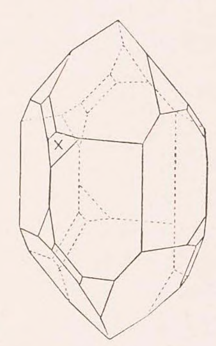


Fig. 79.

Die zahlreichen Zwillingsformen gleichen auf den ersten Blick einfachen Kristallen.

Quarz hat muscheligen Bruch, Härte 7, spez. Gewicht 2,5. Er ist farblos wasserhell, meist aber gefärbt. Durch winzige Einschlüsse von Flüssigkeiten oder Gasen wird er milchweiß, schwarz, violett, durch Chloritschüppchen grün, durch organische Substanzen rauchgrau, durch Eisenoxyd rot usw.

Varietäten.

Von den vielen Varietäten des kristallisierten (phanerokristallinischen) Quarzes seien erwähnt:

1. Der Bergkristall, dessen Vorkommen in den sogenannten Kristallhöhlen der Alpen schon den Römern bekannt war. Die wasser-

hellen (gräulichweißen), mitunter in zentnerschweren Drusen vorkommenden Kristalle führen den Namen Bergkristall, die gelben heißen Zitrin, die braunen Rauchquarz (Taf. 2, Fig. 1) und die pechschwarzen Morion. Rauchquarz enthält eine stickstoff- und kohlenstoffhaltige Substanz, welche dem Stein die Farbe verleiht. Werden die Fremdstoffe zerstört, dann wird der Kristall wieder wasserhell.

2. Der Amethyst (Taf. 10, Fig. 4), auf Gängen in Silikatgesteinen und auf Erzgängen.

3. Der gemeine Quarz, der körnig oder kristallisiert ein Gemengteil zahlreicher Gesteine ist, den Sandstein der Hauptsache nach zusammensetzt, selbständige Gänge bildet und auch als Geröll und Sand vorkommt. Nach Farbe und Glanz unterscheidet man verschiedene Varietäten, wie Rosen-, Milch-, Sternquarz, Katzenauge usw.

4. Der Eisenkiesel, ein mit Eisenverbindungen gemengter Quarz. Eibenstock, Johanngeorgenstadt. Vgl. Fig. 3 auf Taf. 10.

Kryptokristallinische Varietäten sind:

5. Der Hornstein (sogenanntes versteinertes Holz) in verschiedenen Farben.

6. Der Jaspis, eine gelb, rot oder braun gefärbte Quarzvarietät; Kugel-, Band- und Achatjaspis. Taf. 10, Fig. 5.

Zwischen Quarz und dem wasserhaltigen Opal stehen:

7. Der Chalzedon (Taf. 10, Fig. 6), Pseudomorphosen und Versteinerungen bildend, mit verschiedenen Abarten von Onyx, Karneol, Plasma, Heliotrop, Chrysopras, Moosachat usw.

8. Der Feuerstein, ein grauer, schwarzer, auch gelblicher Stein von muscheligem Bruch. Er findet sich in verschieden großen Knollen in Kreidelagern, seiner primären Lagerstätte. Die bei uns vorkommenden Feuersteine sind nordisches Material. Sie sind das Produkt kleinster Schalen kieseliger Organismen und gehen an der Oberfläche in ein zerreibliches Pulver (Kiesel) über, in welchem Verwitterungsprodukte der zarten Gehäuse freigelegt werden. Für viele Arten von Seeigeln hat Feuerstein das Versteinerungsprodukt geliefert.

9. Der Achat, bekannt durch bandförmige Zeichnungen, ist ein Gemenge von Amethyst, Chalzedon, Jaspis und anderen Quarzarten. Die Entstehung der Achate erklärt man sich auf folgende Weise: Freigewordene Kieselsäure gelangte mit Wasser in Blasenräume und überkleidete deren Wände schichtenweise. Diese Einflußöffnung ist mitunter deutlich zu erkennen, wie Fig. 7 auf Taf. 10 zeigt. Manchmal findet sich im Innern ein Hohlraum, in welchem sich verschiedene Kristalle (Amethystkristalle) gebildet haben, ja sogar Flüssigkeitsreste sind angetroffen worden.

10. Der Opal $SiO_2(H_2O)x$ ist die wasserhaltige amorphe Modifikation des Quarzes. Da es viel Varietäten von Opal gibt, mehrere von ihnen sich in ein und demselben Mineral gemengt finden, und der Wassergehalt der einzelnen ein wechselnder ist, so kann derselbe nicht zahlenmäßig ausgedrückt werden. Reiner, glasartiger Opal heißt Hyalit. Dieser kommt in kammförmigen Gebilden sowie als Überzug an Gesteinen vor. (Böhmen, Ungarn, Czernowitz; zugleich Fundstätten für Edelopal.)

11. Der Edelopal (Taf. 10, Fig. 8) ist bläulich- und gelblichweiß, und wird wegen seines Farbenspiels als Schmuckstein geschätzt, ebenso die roten Feueropale, aus Mexiko stammend. Auch der Halbopal und der gemeine Opal (Erzgebirge) finden in ihren verschiedenen Farben Verwendung als Schmucksteine.

Die Absätze vieler heißer Quellen, sowie Kieselguhr und Infusorienerde bestehen der Hauptsache nach aus Siliziumhydroxyden.

Gebrauch: Quarz wie seine Abarten finden mannigfache Verwendung. Es sei hier vor allem auf die Glasfabrikation, die Verarbeitung zu Schmucksteinen und optischen Instrumenten hingewiesen.

Wasser (H_2O)

kristallisiert in den Formen Eis und Schnee hexagonal, und zwar entspricht die Oberfläche unseres Flußeises der Basis, während die



Fig. 80.

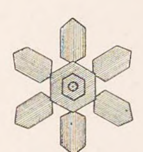


Fig. 81.

Schneekristalle in der Richtung der Nebenachsen um einen Kristall in der Weise aneinandergewachsen sind, daß sechseckige Sterne entstehen. Fig. 80 und 81. Gletschereis ist körnig.

Korund (Al_2O_3, Taf. 1, Fig. 7).

Im Vordergrund der wertvollsten Edelsteine steht der Korund, der jetzt sogar den Wert des Diamanten übersteigt. Wie dieser findet er sich in losen Kristallen und im Geschiebe also auf Schwemmland und zwar in Indien, auf Ceylon und Barma. In kristallinischen Massen

und Schiefergesteinen treffen wir ihn eingewachsen (Indien, Ceylon, China, Ural). Von den verschiedenen Farbenvarietäten des Minerals sind besonders zwei bekannt, der blaue **Saphir** (Taf. 14, Fig. 2) und der rote **Rubin** (Taf. 14, Fig. 1). Die blaue wie die rote Färbung sind auf kleine Chrommengen zurückzuführen. Weniger rein und durchsichtig als letztere ist der gewöhnlich in Seifen wie auch eingewachsen sich vorfindende Korund. Von diesem hat man schon Kristalle bis zu 150 kg gefunden. Als **Smirgel** bezeichnet man feinkörnige, zusammengesetzte Varietäten von bläulichgrauer Farbe; er liefert wie das Pulver des Korund ein gesuchtes Schleifmittel (Ochsenkopf, Schwarzenberg i. S.). Korund und seine Varietäten sind chemisch (fast) reine Tonerde (Al_2O_3). Die Beimischungen von Eisenoxyd und Pigmenten ist verschwindend gering. Vor dem Lötrohr unschmelzbar. Er kristallisiert rhomboedrisch und ist mit Eisenglanz isomorph. Härte 9, spez. Gewicht 5. Bruch vollkommen.

Zirkon ($ZrSiO_4$) findet sich als Begleiter kristallinischer und vulkanischer Gesteine (Norwegen, Ural, Tirol) und lose im edelsteinführenden Schuttlande (Böhmen, Sachsen, Ceylon). Er kristallisiert tetragonal und ist mit Zinnstein und Rutil isomorph. H. 7,5, spez. Gew. 4,5—4,7.

Der Stein kommt wasserhell in den verschiedensten Farben besonders in Braun und Rot vor. Gewöhnlich rührt die Färbung von Eisenoxyd her. Durch Glühen wird Zirkon farblos. Vor dem Lötrohr unschmelzbar. Dient zur Herstellung der Zirkonerde und zu Zapfenlagern in Uhren. Mikroskopisch ungemein weit verbreitet. Mit **Hyacinth** (Taf. 14, Fig. 8—10) bezeichnet man die orangegelben und roten Arten.



Fig. 82. Uranpecherz von Morogoro (Deutsch-Ostafrika).

Uranpecherz, Pechblende. Dieses in neuester Zeit durch seinen Gehalt an radioaktiven Elementen besonders berühmt gewordene Mineral wurde bislang zur Herstellung von Uranglas und zu Glas- und Porzellanfarbe verwendet. Seine chemische Zusammensetzung ist noch unbekannt. Es verwittert leicht und bildet dabei gewöhnlich unter Aufnahme von Schwefel- oder Kieselsäure andere Mineralien.

Uranpecherz (Fig. 82) kristallisiert regelmäßig, findet sich gewöhnlich derb und dicht, hat muscheligen Bruch, H. 3—6, spez. Gew. 5—9, ist undurchsichtig, schwarz, mit einem Stich ins Grünliche oder Bräunliche. Ein Hauptfundort ist Joachimsthal.

IV. Klasse. Haloïde.

Steinsalz NaCl	regelmäßig.
Sylvin KCl	
Salmiak NH_4Cl	
Flußspat CaF_2	
Chlorkalzium $CaCl_2$	
Kryolith AlF_3 3 NaF	einfach symmetrisch.

Steinsalz (NaCl).

Neben Geröll und Sand führen die Flüsse auch große Mengen gelöster Stoffe mit sich, welch letztere Zeugnis von der chemischen Tätigkeit des Wassers ablegen. Schon das atmosphärische Wasser kann an einer Menge von Salzen wie Steinsalz, Gips, Alaun, Vitriol seine Wirkung ausüben. So lösen z. B. 100 Teile reines Wasser 35,7 Teile Kochsalz, 50,7 Teile Chlormagnesium, jedoch nur 0,205 Teile Gips, 0,0002 Teile Bariumsulfat. Es kann ferner wasserfreie Substanzen in wasserhaltige umwandeln, wie z. B. Anhydrit in Gips, es treibt Kohlensäure aus und wirkt selbst wie eine Säure. Das zeigt sich z. B. bei der Umwandlung von Eisenspat in Brauneisen (Eisenkarbonat in Eisenoxydhydrat) oder von Kupferlasur in Malachit. Sauerstoffbeladenes Wasser bewirkt eine Umwandlung von Oxydulen in Oxyde, wie sich das besonders bei Eisen und Mangan zeigt oder von Sulfiden in schwefelsaure Metalloxyde (Eisenkies zu Eisenvitriol, Zinkblende zu Zinkvitriol).

Kohlensäurehaltiges Wasser löst Kalkkristalle (Eisenspat); es zerstört die Kalk-, Kali- und Natronsilikate, wobei unter Bildung von Karbonaten freie Kieselsäure entsteht. Diese finden wir sodann wieder im Quarz und seinen Varietäten. Wasser, welches tierische und pflanzliche Stoffe enthält, bringt das Gegenteil von Oxydation, die Reduktion, hervor. So vermögen faulende Stoffe den Vitriolen Sauerstoff zu entziehen und zu Sulfiden zu reduzieren. Beispiele liefern die Fischabdrücke auf Versteinerungen, welche von Eisenkies überzogen sind, oder die Braun- und Steinkohlen, welche Schwefelkieskörnchen sowohl auf- als eingelagert zeigen.

Die meisten dieser Vorgänge spielen sich in Klüften, Spalten oder in den scheinbar soliden und kompakten Massen der Gesteine ab (Achat). Das Wasser dringt in vielfach verzweigten Netzen und Maschen, die nur noch mikroskopisch erkennbar sind, ein, oder es wird durch hohen Druck hineingepreßt, um sodann sein Zerstörungswerk zu beginnen.

Wenn auch relativ wenig gelöst wird, so vermögen doch die ungeheuren Wassermengen nach und nach kolossale Wirkungen hervorzubringen. Der Karlsbader Strudel fördert jährlich gegen 250 Zentner Flußspat, obwohl sich in 300 000 Teilen Wasser nur 1 Teil des Salzes auflöst; die Jodquelle zu Neusalzwerk in Westfalen bringt jährlich 18 000 Zentner kohlensauren Kalk und 17 cbm Eisenoxydhydrat an die Oberfläche; die Themse führt jährlich dem Meere 360 Millionen Kilogramm Kalziumkarbonat zu. Das Wasser, welches sich zur Quelle sammelt, muß nach alledem eine Menge mineralischer Stoffe enthalten, und das Meer im Laufe der Zeiten durch die Zufuhr der Flüsse immer salzhaltiger werden. Daß die Flüsse den Boden in bezug auf seinen Kochsalzgehalt auslaugen, kann man leicht beweisen. Einige Tropfen Silbernitrat reichen hin, um Quell- oder Flußwasser zu trüben; es entsteht eine Verbindung von Silber mit Chlor, Chlorsilber, das sich ausscheidet. Destilliertes Wasser reagiert nicht.

Bisweilen ist der Boden derartig mit Salz durchtränkt (Kirgisensteppe, nunmehr gehobener Meeresboden), daß die ihn durchströmenden Flüsse verhältnismäßig stark mit Salz beladen am Ziele (Eltonsee) ankommen.

Während der Salzgehalt der großen Ozeane konstant ist und etwa $3^1/_2$ % beträgt, weisen die Binnenmeere je nach der Zahl der Zuflüsse verschiedene Zusammensetzung auf. So enthält z. B. die Ostsee nur 1,5 %. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich dadurch, daß der Zufluß größer ist als die Verdunstung. Beim Mittelmeer und auch beim Roten Meer überwiegt die Verdunstung, daher der höhere Salzgehalt. Der Unterschied im Salzgehalt wird durch die Meeresströmungen ausgeglichen. Die schweren, weil salzreicheren Unterströmungen und die leichteren, salzärmeren Oberströmungen sind es, welche, in entgegengesetzten Richtungen gehend, den Ausgleich bewirken. So haben wir eine Oberströmung vom Schwarzen Meere ins Mittelmeer und von diesem in den Atlantischen Ozean, und eine vom Atlantischen Ozean in entgegengesetzter Richtung gehende Unterströmung.

Wie sind nun unsere Steinsalzlager entstanden? Die Bildung derselben unterliegt einer bestimmten Gesetzmäßigkeit. Bedingungen sind Binnenseen innerhalb abflußloser Gebiete mit starker Verdunstung und wenig Niederschlägen. Diese Bedingungen hat jedenfalls das Staßfurter Salzlager, das nur ein Teil eines weit ausgedehnten Salzbeckens ist, erfüllt. Man ist wohl gezwungen, einen ununterbrochenen Zufluß von neuen salzhaltigen Gewässern während der Verdunstung anzunehmen. Es handelt sich hier jedenfalls um einen großen Meeresbusen, der nach Nordwesten zu offen war, und dessen Barre ungefähr von Helgoland

bis zur Porta Westphalika reichte, denn wie gesagt, ist Staßfurt nur einer von den vielen Punkten Norddeutschlands, die Steinsalz aufweisen. Wie mächtig solche Salzlager sind, das zeigt uns Speerenberg bei Berlin, wo man bei einer Tiefe von 1270 m das 1180 m mächtige Salzlager noch nicht durchbohrt hat.

Die Abscheidung der verschiedenen im Meerwasser enthaltenen Salze geschieht in der Ordnung, daß das am schwersten lösliche Salz zuerst ausfällt. Es scheidet sich zunächst Kalciumsulfat (Gips, Anhydrit) aus, hierauf folgt in der Regel Steinsalz, manchmal auch kohlensaurer Kalk.

In Staßfurt liegen über dem eigentlichen Steinsalzlager die sogenannten Abraumsalze (etwa 160 m mächtig), die Magnesia und Kalisalze, Kieserit, Karnallit, Kainit, welche man früher als wertlos wegräumte. Alle diese Salze sind mit Salzton bedeckt (Ton mit Salz vermengt). Unter der etwa 160 m betragenden Schichte der Abraumsalze liegt das Steinsalz von etwa 300 m Mächtigkeit. Dieses ist in regelmäßigen Abständen von zahlreichen 3 bis 10 cm dicken parallellaufenden Anhydritstreifen, den sogenannten Jahresringen, durchsetzt. Wie diese Jahresringe entstanden sind, darüber herrschen verschiedene Ansichten. Möglich, daß die Verdunstung des Wassers eine unregelmäßige war, aber auch möglich, daß durch Überflutungen das Steinsalz fortgeschwemmt wurde*). Die Abraumsalze haben heutzutage eine große Bedeutung für die Landwirtschaft und Industrie. Decken doch die Einnahmen für das Chlorkalium allein die auf 20 Millionen Mark geschätzten Gesamtbetriebskosten des Bergbaues.

Österreichs bedeutendstes Salzlager ist Wieliczka (Galizien); zahlreich sind auch die Lager in Siebenbürgen (Taf. 11, Fig. 1), in der Marmaros und in den nördlichen Kalkalpen (Aussee, Ischl, Hallstadt, Hallein, Hall). In den letztgenannten Städten gewinnt man das Salz durch Auslaugen. Katalonien besitzt in dem Salzberg von Cardona eine riesige 100 m hohe Salzmasse, von der seit Jahrhunderten Salz gewonnen wird.

Die sogenannten Salzquellen stehen mit Salzlagern im Zusammenhang (Hall, Reichenhall usw.) und liefern Salz durch Verdunstung der Solwasser (Gradierwerke). In den Meersalinen oder Salzgärten (Bassins, in welche man Meerwasser einführt) übernimmt die Sonne die Verdunstung. Aus den nördlichen Meeren gewinnt man Salz durch Ausgefrierenlassen des Wassers.

---

*) Eine gedrängte Übersicht über den gesamten Schichtenaufbau ergibt folgendes: Deckgebirge, Gips und Anhydrit, jüngeres Steinsalz, Anhydrit 30—80 m, Salzton 5—10 m, Kalisalzlager, älteres Steinsalz, Anhydrit und Gips. Die Kalisalzlager sind meist sekundär.

Steinsalz hat Härte 2, spez. Gewicht 2,1, kristallisiert fast immer $\infty O \infty$ und ist nach den Flächen des Würfels spaltbar. Durch rasches Eindampfen von Lösungen bilden sich treppenförmig nach innen gerichtete Würfelskelette (vgl. Fig. 70).

Unser Salz ist größtenteils farblos oder weiß, jedoch treten auch verschiedene Farben auf, von denen die blaue um so merkwürdiger ist, als sie durch Erhitzen oder Auflösen im Wasser verschwindet. Häufig enthält das körnige Salz Einschlüsse von Salzlösungen oder von gasförmigen Körpern (Knistersalz). Im Platindraht die Flamme gelb färbend.

Abgesehen von der großen Bedeutung, die das Kochsalz für unseren Körper hat (es hilft die Auflösung des Eiweißes mit ermöglichen und regt die Absonderung der Verdauungssäfte an), dient es als Konservierungsmittel und ist zugleich ein wichtiges Ausgangsmaterial zur Herstellung einer Menge chemisch wichtiger Präparate (Salzsäure, Salmiak, Soda usw.; Glas- und Seifenfabrikation). Die Weltproduktion an Kochsalz beträgt gegen 14 Millionen Tonnen. In Staßfurt werden gegen 2 550 000 Tonnen verschiedener Salze erzeugt, wovon 1 170 000 Tonnen auf Steinsalz, 906 400 Tonnen auf Karnallit kamen. Deutschland nimmt mit 1 514 000 Tonnen die fünfte Stelle ein; an erster Stelle steht Nordamerika (Michigan) mit etwa 7 730 000 Tonnen.

Chlorkalium (KCl), die reine Form **Sylvin** genannt, gewinnt man in Staßfurt aus Karnallit ($MgCl_2KCl + 6\,H_2O$). Es ist das Ausgangsprodukt zur Darstellung einer Reihe für die Technik und Landwirtschaft wichtiger Produkte (Pottasche, Kalisalpeter, Kaliumkarbonat).

Sylvin kristallisiert in $\infty O \infty$ oder O, häufig in Kombinationen. Die Spaltbarkeit entspricht dem Steinsalz. Vor dem Lötrohr leicht schmelzbar und die Flamme violett färbend. H. 2, spez. Gew. 1,9.

Salmiak (Chlorammonium, NH_4Cl), in vulkanischen Gegenden und brennenden Halden unter Steinkohlengebirgen (Vesuv, Ätna, England, Oberhausen bei Ruhrort, Hänichen bei Dresden). Regelmäßig.

Fluorit oder **Flußspat** (CaF_2, Taf. 11, Fig. 2, und Taf. 1, Fig. 5) findet sich häufig auf Gängen und füllt mitunter diese auch selbständig aus, wie das am Siebenstein im Thüringer Wald der Fall ist. Dort wird er bis zu 13 m mächtig. Bekannt sind die gewaltigen Gänge des körnigen Flußspates in Stolberg am Harz und Steinbach in Meiningen. Als Begleiter verschiedener Erze findet er sich auf den Zinnerzlagerstätten in Sachsen, Böhmen und Cornwall, auf Silbergängen in Gersdorf, Annaberg, auf Bleigängen in Cumberland.

Flußspat kristallisiert regelmäßig, und zwar ist der Würfel die häufigste Form. Viel seltener ist das Oktaeder (mitunter aus kleinen parallelen Würfelchen aufgebaut) und der Rautenzwölfflächner. Kom-



1. Salzlager von Deesakna in Siebenbürgen. a Plastischer Ton. b Salzton. c Tuff. d Salz. e Gips und Tuff. (Nach Neumayr.) 2. Fluorit aus Derbyshire in England. 3. Muschelkalk. 4. Korallenmarmor aus Nassau. 5. Erbsenstein von Karlsbad.



binationen des Würfels mit dem Oktaeder und dem Tetrakishexaeder sind nicht selten; ferner kommt er dicht und erdig vor.

Das farblose und wasserhelle, häufig auch gelb, blau, violett, rot und grau gefärbte Mineral (mitunter zwei verschiedene Farben als Kern und Hülle) wurde wegen seiner Schönheit und Farbenverschiedenheit Erzblume genannt. Durch Erwärmen verliert sich die Farbe; wahrscheinlich geht durch diesen Vorgang eine Veränderung der färbenden, kohlenwasserstoffhaltigen Substanz vor sich.

Die Eigenschaft, zu fluoreszieren (im durchfallenden Lichte anders gefärbt zu scheinen als im auffallenden), geht bei den aus Weardale und Alston Moor stammenden Individuen so weit, daß sie im auffallenden Lichte violett, beim Hindurchblicken im durchfallenden Lichte meergrün aussehen.

Flußspat hat Härte 4, spez. Gewicht bis 3,2, spaltet deutlich nach dem Oktaeder, zerknistert vor dem Lötrohr und wird von konzentrierter Schwefelsäure unter Entwicklung von Flußsäure zersetzt. Man verwendet ihn im Kunstgewerbe, zu metallurgischen Prozessen, zur Herstellung von Flußsäure und in der Glasfabrikation.

Ein anderes fluorhaltiges Mineral ist der namentlich in Südgrönland in riesigen Mengen vorkommende **Kryolith** ($AlF_3 \cdot 3\,NaF$). Derselbe findet in der Technik vielfache Verwendung, in Seifensiedereien (Natronlauge, Alaun), zur Herstellung von Aluminium und in der Glasfabrikation.

V. Klasse. Sauerstoffverbindungen.

a) Karbonate.

Kalkspat CO_3Ca	rhomboedrisch	
Dolomit $CO_3(CaMg)$	rhomboedrisch	isomorph
Magnesit CO_3Mg	rhomboedrisch	isomorph
Zinkspat CO_3Zn	rhomboedrisch	isomorph
Eisenspat CO_3Fe	rhomboedrisch	isomorph

Aragonit CO_3Ca	rhombisch	isomorph.
Witherit CO_3Ba	rhombisch	isomorph.

Weißbleierz CO_3Pb isomorph.
Kalkspat und Aragonit dimorph.

Kalkspat ($CaCO_3$).

Man hat berechnet, daß die Elbe ihrem böhmischen Flußgebiete alljährlich 140 Millionen Kilogramm Kalkerde entzieht, in 100 000 Teilen Rheinwasser fand man 9,45 Teile kohlensauren Kalk, die Solquelle zu Neusalzwerk (Westfalen), die noch nicht zu den reichlich fließenden gehört, liefert alljährlich 180 000 Zentner Kalziumkarbonat. Diese großen Mengen Kalkes werden von dem im Boden oder in den oberen

Erdschichten zirkulierenden Wasser, das stets kohlensäurehaltig ist, gelöst und dem Meere zugeführt. Vergleicht man nun den Abdampfungsrückstand (Kalk ist in 50 000 Teilen reinen Wassers löslich), welchen gleiche Mengen von Fluß- und Meerwasser hinterlassen, so findet man recht bedeutende Unterschiede. Flußwasser weist 72,5 Teile, Meerwasser nur 0,2 Teile kohlensauren Kalk auf. (Bei Kochsalz ist das Verhältnis 7 : 78,5.) Dieser augenscheinliche Widerspruch erklärt sich im Hinblick auf den großen Bedarf an Kalk von seiten der Organismen. Milliarden von tierischen Individuen entziehen dem Wasser kohlensauren Kalk und benutzen ihn zum Aufbau ihrer Schalen, Gehäuse und Skelette. Foraminiferen, Spongien, Korallen, Muscheln, Schnecken, sie alle nehmen ihn direkt an sich oder wandeln Kalziumsulfat in Karbonat um. Allein diese Wesen geben den Kalk wieder zurück, wenn auch in fester Form. Während ihre Weichteile verwesen, bleiben die kalkigen Panzer erhalten und häufen sich nach und nach zu großen Ablagerungen an.

Erhebliche Mengen Kalkes werden sodann von der Pflanzenwelt gebunden. Dadurch, daß diese Organismen Kohlendioxyd verbrauchen und dem Wasser die Eigenschaft nehmen, Kalk zu lösen, schlägt sich derselbe auf sie nieder oder lagert sich in ihren Geweben ab. Auf diese Weise entstehen mächtige Kalkablagerungen, wie sie z. B. zwei Algenarten-Lithothamnien und Charazeen verursacht haben. So sind die gelblichweißen Kalksteine, die sich am Südostrand der böhmischen Masse, am Wienerwald, im Leithagebirge finden, Lithothamnienkalk. Solcher Kalk wird in der Technik verwertet und hat zu hervorragenden Bauten (Stephansdom in Wien) Verwendung gefunden.

Für den geologischen Aufbau der Erdrinde haben die tierischen Ablagerungen eine ungleich größere Bedeutung als die pflanzlichen. Man denke nur an die Riesenbauten der Korallen. Das große Barrierriff an der Ostküste Australiens mit einer Länge von etwa 1900 km ist ein Beispiel für die gewaltigen Bauten jener kleinen Geschöpfe, die im Laufe ungezählter Jahrtausende die ungeheueren Kalkmassen von löslicher in feste Form überführten. Noch größer ist die Kalkproduktion der Foraminiferen, jener niedersten Lebewesen, welche zierlichste Schalenpanzerchen absondern. Ein einziges Gramm Meeressand kann über 40 000 solcher Kalkschalen enthalten; Milliarden dieser Wesen sterben täglich, und ihre kleinen Leichen fallen auf den Meeresgrund, verwesen und lassen die Skelettchen übrig, die durch den Druck des Wassers zu festem Kalkstein gepreßt werden. Ganze Gebirgszüge, wie z. B. die Kalkalpen mit ihren Riesengipfeln, die Kreidefelsen Englands, Rügen, die Kalksteine des Pariser Beckens (das Material, aus welchem

die Stadt Paris aufgebaut ist), die Mittelmeerküsten sind Bauwerke unserer Urtiere. Nicht zu unterschätzen sind die Kalkausscheidungen der Stachelhäuter, Schnecken und Muscheln (Beispiel: der sehr verbreitete Muschelkalk), Taf. 11, Fig. 3. Freilich sind nicht alle Kalksteine rein. Fand die Kalkablagerung in der Nähe eines Kontinents statt, dann wurde sie mit dem abgelagerten Sand und Ton vermengt und nahm eine graue, schwarze, mitunter rötliche oder bunte Färbung an. Diese Kalkmassen lassen sich schneiden und polieren und führen irrtümlicherweise den Namen Marmor. (Schlesien, Nassau, Harz, Tirol, Salzburg.) Taf. 11, Fig. 4.

Echter Marmor ist nicht selten durch sogenannte Kontaktmetamorphose (d. i. Veränderung eines Gesteins, hervorgebracht durch Berührung mit einer durchbrechenden Eruptivmasse) aus dichtem Kalkstein entstanden und ist ein körnig-kristallinischer, weißer oder bläulicher Kalk. Ein typisches Beispiel für eine solche Umwandlung zeigt sich im Kreidelager der Insel Rothlin (Irland). Dort haben zwei Basaltgänge, die 12 m voneinander entfernt sind, das Lager durchbrochen und sowohl das zwischen ihnen befindliche Stück als auch die außen angrenzende Kreide in Marmor verwandelt (Fig. 83). Bekannte Fundorte für feinsten Marmor sind: Carrara, Paros und Laas in Tirol. Künstlich kann man Marmor herstellen, wenn man kohlensauren Kalk in einem geschlossenen Gefäße schmilzt, so daß die Kohlensäure nicht entweichen kann.

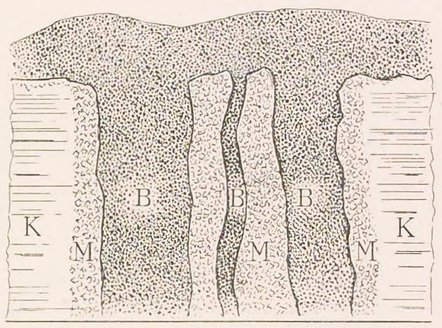


Fig. 83.
Basaltdurchbruch durch erdige Kreide.
B = Basalt, *M* = Marmor, *K* = Kreide.

Eine ziemlich weitverbreitete Varietät des kohlensauren Kalkes sind die sogenannten Tropfsteine, Gebilde, die sich in verschiedenen Höhlungen von Kalkgebirgen, wie z. B. im Karst oder Jura, finden. Indem das von der Decke herabtröpfelnde Wasser, welches durch seinen Kohlensäuregehalt imstande war, Kalk zu lösen, diese Kohlensäure verliert, entstehen an den Decken (Stalaktiten) wie auch von unten (Stalagmiten), meist zapfenförmige Gebilde (Adelsberger Grotte, Muggendorfer Höhle).

Lithographischer Schiefer ist feinkörniger Kalk. Er findet sich namentlich in Solnhofen und Pappenheim in Bayern.

Kalktuff (Tuffstein, Duckstein) ist poröser Kalk und zwar ein Niederschlag aus kalkhaltigem Wasser. Göttingen, Jena, Weimar, Kannstatt u. a.

Oolithischer Kalk. Dahin gehören **Rogenstein** und **Erbsenstein** (Taf. 11, Fig. 5). Dieser ist ein Kalkstein, der aus hirsengroßen mehrschaligen Körnern besteht, die durch ein kalkiges Bindemittel zusammengekittet werden. Karlsbad, Bernburg, Schwarzwald, Harz.

Kreide besteht aus Schalen mikroskopischer Urtiere (Foraminiferen) und findet sich namentlich auf Rügen, in England und Frankreich.

Körnig-kristallinische Massen von Kalkspat liefern Marmor, die stengeligen, faserigen und dichten Kalksteine die erdige Kreide.

Die **Kalkspatkristalle** zeichnen sich durch großen Formenreichtum aus; es gibt über 50 verschiedene Rhomboeder und etwa 150 verschiedene Skalenoeder. Am häufigsten sind die Formen ∞R (Protoprisma), O (Basis), R bis $^1/_2 R$ (negatives Rhomboeder) und die Skalenoeder (R_3 und R_2). Eine der häufigst vorkommenden Kombinationen stellt Fig. 84 (Prisma und Rhomboeder) dar.

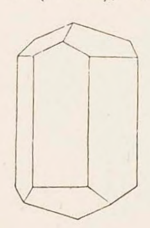


Fig. 84.

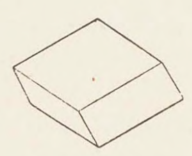


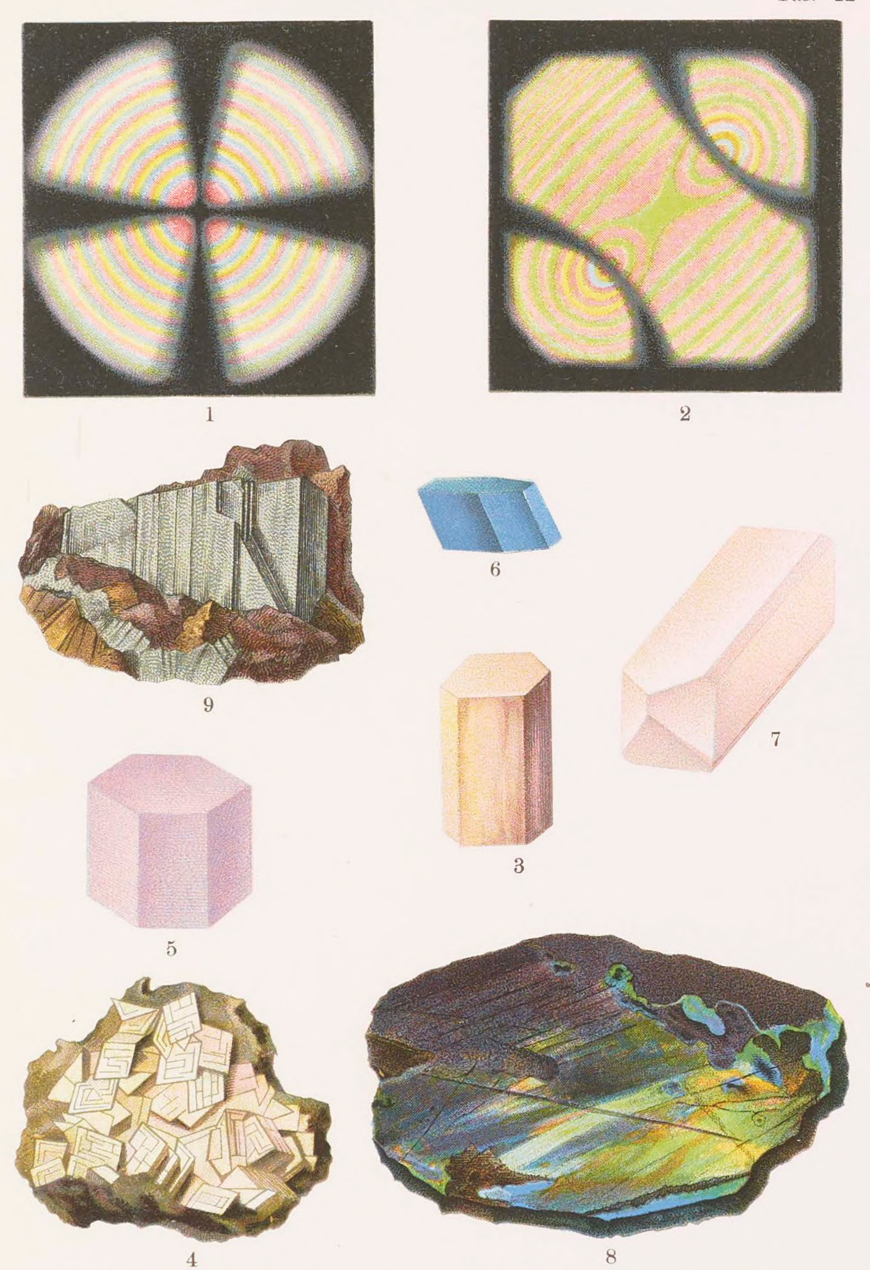
Fig. 85. Kalzit. Grundgestalt.

Das Hauptrhomboeder R ist durch Spaltung aus allen Kristallen leicht zu erreichen, doch kommt es als Kristallform nicht vor (Fig. 85).

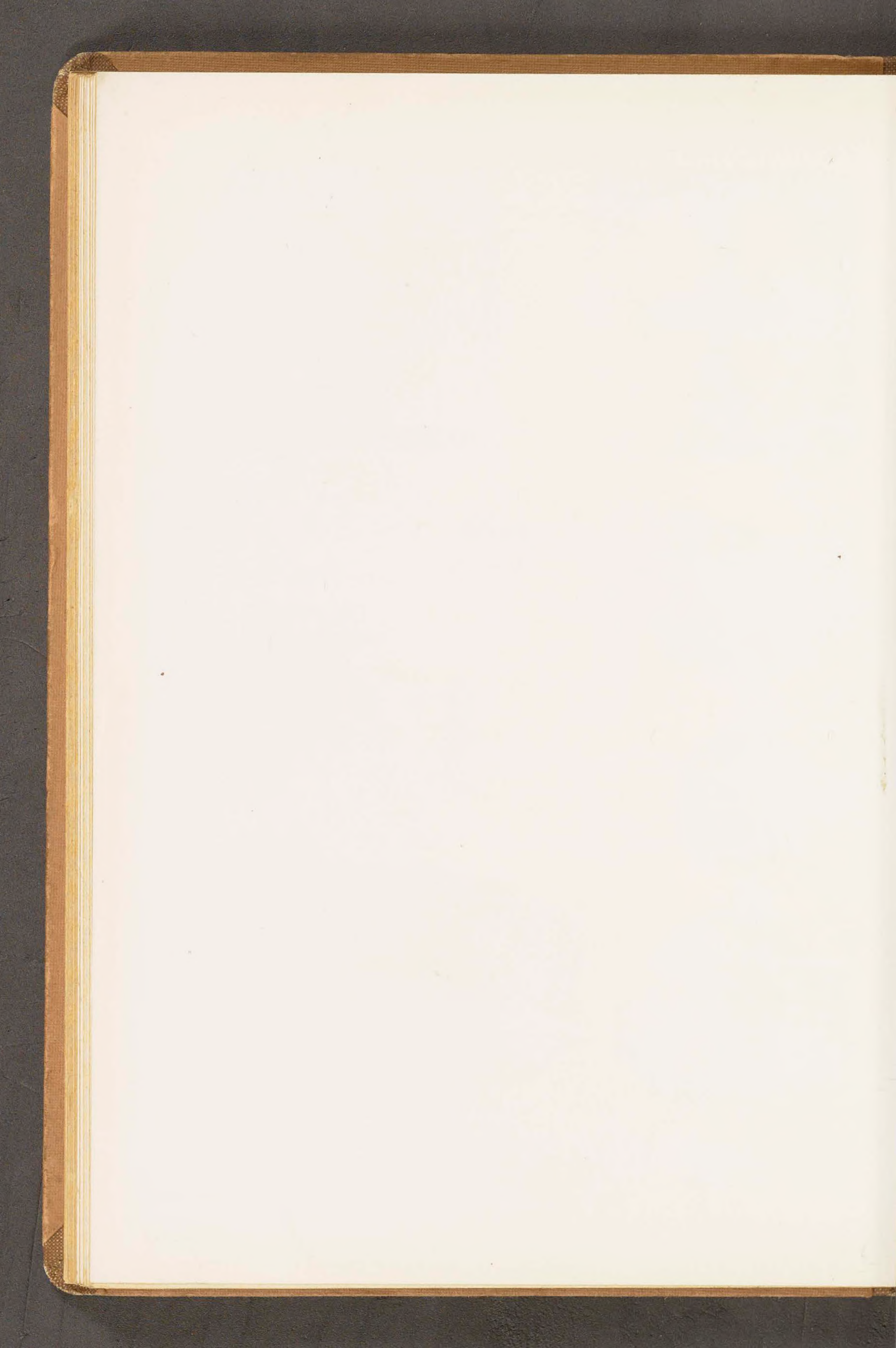
Kalkspat ist glasglänzend, durchsichtig, farblos, oder weiß, grau, blau, grün, gelb und rot, hat Härte 3, spez. Gewicht von 2,6 bis 2,8. Außer chemischen Beimischungen von Eisen und Magnesium finden sich auch mechanische von Quarzsand (kristallisierter Sandstein von Dürkheim). Durch Glühen verwandelt er sich unter Abgabe von Kohlendioxyd in Kalziumoxyd (den sogenannten gebrannten Kalk) $CaCO_3 = CaO + CO_2$. Benetzt man kohlensauren Kalk mit Salzsäure, so erfolgt unter Aufbrausen Abscheidung von Kohlensäure.

Doppelte Strahlenbrechung. Als isländischer Doppelspat kommt Kalkspat bei Helgastadr vor, wo er eine 12 m lange und 5 m breite Höhlung ausfüllt. Im Jahre 1670 entdeckte der Däne Bartholin an einem solchen Kristall die Erscheinung der Doppelbrechung.

Legt man ein rhomboedrisches Spaltungsstück des (isländischen) Kalkspates auf ein Papier mit Schriftzügen oder Linien, dann erscheinen diese doppelt. Die Lichtstrahlen werden beim Durchgang doppelt gebrochen. Diese Eigenschaft kommt nicht nur dem isländischen Kalkspat, sondern allen Kalkspaten und allen Kristallen zu, die nicht dem regelmäßigen System angehören. Alle regelmäßigen Kristalle und nicht kristallisierten Körper wie z. B. Glas, Wasser, haben nur einfache Lichtbrechung; aber nur wenige Kristalle lassen die Doppelbrechung ohne physikalische Apparate (Polarisationsapparate) erkennen. Derartige



1, 2, 3. Aragonit von Molina. 4. Dolomitkristalle von Schneeberg in Sachsen. 5. Apatit von Schlaggenwald in Böhmen. 6. Kupfervitriolkristall. 7. Gemeiner Feldspat aus Porphyrgranit. 8. Labradorit von der Küste von Labrador, geschliffen. 9. Muskovit in Granit.



Hilfsmittel zeigen auch noch ein verschiedenartiges Verhalten der nicht regelmäßigen Kristalle, und zwar ergibt sich, daß die quadratischen und hexagonalen andere optische Eigenschaften haben als die rhombischen, einfach-symmetrischen und unsymmetrischen.

Kalkspat zeigt nämlich nicht nach allen Seiten Doppelbrechung. Sieht man durch Platten, die parallel der Basis, also senkrecht zur Hauptachse geschnitten sind, und blickt man in der Richtung der Hauptachse durch den Kristall, so bemerkt man nur einfache Brechung. Man nennt diese Richtung die optische Achse. Diese Erscheinung tritt bei allen Kristallen des hexagonalen und quadratischen Systems auf. Sie alle haben eine optische Achse, die mit der kristallographischen Hauptachse zusammenfällt, und sind optisch einachsig. Dagegen gibt es bei den Kristallen des rhombischen, einfach-symmetrischen und unsymmetrischen Systems 2 Richtungen, nach welchen einfache Lichtbrechung stattfindet; hier sind 2 optische Achsen vorhanden, die Kristalle sind optisch zweiachsig.

Ein einfaches optisches Instrument, welches uns mit manchen für die Mineralienbestimmung mitunter sehr wichtigen Verhältnissen bekannt macht, ist die Turmalinzange. Sie enthält je ein farbiges Turmalinkristallblättchen, welches in eine kleine Korkschichte eingefügt ist und mit dieser gedreht werden kann. Während die beiden Turmaline bei Parallelstellung gefärbt erscheinen, zeigt sich bei einer Drehung des einen Blättchens um 90 Grad eine starke Verdunklung. Bringt man nun zwischen die Zange ein Blättchen (senkrecht zur Hauptachse geschnitten) eines einachsigen Kristalls, dann zeigen sich konzentrierte, farbige Ringe und ein dunkles Kreuz (Taf. 12, Fig. 1). Bei paralleler Stellung der Turmalinplättchen erscheint ein weißes Kreuz und die Ringe zeigen die komplimentären Farben des ersten Bildes. Fig. 2 auf Taf. 12 dagegen zeigt, wie alle optisch zweiachsigen Kristalle, zwei farbige elliptische Ringsysteme. Zu diesen Vorführungen eignen sich die Spaltblättchen von Muscovit und Topas.

Spaltungsblätter von regelmäßigen Kristallen zeigen zwischen gekreuzten Turmalinplättchen keine Aufhellung der Verdunklung; eine solche tritt ein bei Spaltungsblättern von optisch ein- und zweiachsigen Kristallen anderer Richtung als der obenerwähnten.

Die Kalkspatkristalle finden sich in Erz- und Mineralgängen, in Höhlungen von Eruptivgesteinen und dichten Kalksteinen (Freiberg, Klaustal, Andreasberg), kurz überall, wo kalkhaltige Mineralien zersetzt wurden. Sie treten sowohl in Einzelindividuen als auch büschel-, gabel-, stauden- und rosettenförmig auf.

Auf welche Weise haben sich wohl die Kalkspatkristalle gebildet? Im allgemeinen haben wir es mit demselben Vorgang zu tun, wie bei der Entstehung der Tropfsteine. Wenn kohlensäurehaltiges Wasser mit Kalk zusammentrifft, erfolgt eine Lösung desselben. Dadurch, daß die Lösung mit Luft in Berührung kommt, verdunstet Kohlensäure und Kalk kristallisiert langsam aus.

Bei der leichten Löslichkeit unseres Minerals ist es nicht zu verwundern, daß es verschiedene Umwandlungen eingeht. Pseudomorphosen nach Gips, Dolomit und Quarz sind nicht selten, auch solche nach anderen Karbonaten, wie Eisenzinkspat, Malachit, kommen vor.

Kalkspat findet, wie nicht leicht ein Mineral, vielseitige Verwendung als Marmor in der Ornamentik und Architektonik, als Kalkstein im Mörtel und Zement zu Baustein, als Dungmittel. Gebrannter Kalk wird in der Färberei und Gerberei gebraucht, wasserheller Kalkspat findet zu optischen Instrumenten Verwendung, und plattenförmiger Kalk liefert die lithographischen Tafeln. Kreide dient als Schreib-, Zeichen-, Polier- und Putzmaterial.

Aragonit ($CaCO_3$).

(Ältestes Beispiel der Dimorphie.)

Weniger häufig als Kalkspat, und vor allem nicht Gebirgsmassen bildend, findet sich der rhombisch kristallisierende Aragonit. Die zu säulen-, nadel- oder spießförmigem Habitus neigenden Kristalle finden sich aufgewachsen auf Klüften und Hohlräumen jüngerer Eruptivmassen, wie Basalten (Linz am Rhein, Horschenz in Böhmen, Leogang in Salzburg, Zorge am Harz). Zwillinge, Drillinge und Zwillingsstücke (Fig. 3 auf Taf. 12) sind nicht selten. In letzterem Falle sehen die Kristalle hexagonalen Prismen ähnlich. Auf Eisenspatlagerstätten bildet Aragonit feine weiße, ästig verbundene Nadeln, die sogenannte Eisenblüte, ein Produkt des verwitterten Eisenspates. Der Karlsbader Sprudelstein oder Erbsenstein ist ebenfalls Aragonit.

Er ist farblos, oft weißgelb, auch rötlich, grünlich, grau oder violett. Härte 3,5 bis 4, spez. Gewicht 3. Läßt man kohlensauren Kalk aus kohlensäurehaltigem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur auskristallisieren, dann erhält man Kalkspat, bei höherer Aragonit. Sehr verdünnte Lösungen geben auch bei normaler Temperatur Aragonitkristalle.

Magnesit oder **Magnesitspat** ($MgCO_3$), isomorph mit dem Kalkspat, findet sich sehr selten in Kristallen (Rhomboeder). Ziemlich verbreitet jedoch ist er in derben und erdigen Massen, in Klüften magnesiahaltiger Gesteine, wie z. B. des Serpentins, wie überhaupt die Fundorte des Magnesits und

jene des Serpentins nahezu dieselben sind. Man verwendet Magnesit zur Herstellung von Bittersalz, Kohlensäure und feuerfesten Ziegeln.

Dolomit (Taf. 12, Fig. 4), eine Mischung von $CaCO_3$ und $MgCO_3$, bildet auf Gängen Kristalle und tritt in derben Abarten in gewaltigen Ablagerungen (Südtiroler Dolomiten) auf, die durch schroffe, groteske Berggipfel charakteristisch sind. Zweifellos ist Dolomit organischen Ursprungs, und zwar verdankt er seine Entstehung riffbauenden Korallen.

Witherit ($BaCO_3$) rhombisch, meist mit Bleierzen. (Tarnowitz, Salzburg.)

Soda ($Na_2CO_3 + 10\ H_2O$) einfach-symmetrisch, findet sich in abflußlosen Seen Unterägyptens (Natronseen) und tritt beim Austrocknen derselben im Sommer zutage. In einigen Gegenden Ungarns (Debreczin) erscheint das Salz in Form dünner Ausblühungen auf der Bodenoberfläche. Der Verbrauch natürlicher Soda gegenüber der künstlichen ist nicht nennenswert.

b) Nitrate und Borate.

Natronsalpeter, Chilisalpeter ($NaNO_3$). Bei Tarapaca in Peru finden sich auf einem ca. 40 qkm großen, regenarmen Gebiet 1—2 m mächtige Schichten von Salpeter, gewöhnlich mit Salz und Sand bedeckt. Über die Art der Entstehung ist man sich noch nicht klar. Daß aber das Meer wesentlich mit beteiligt war, geht daraus hervor, daß sich in und unter den Salpeterlagern Seemuscheln befinden. Die Nachfrage nach Salpeter ist eine sehr große; es werden jährlich gegen 300 000 Tonnen von Peru ausgeführt. Seine hauptsächlichste Verwendung findet er in der Schwefelsäurefabrikation, in der Herstellung von Kalisalpeter mittels Chlorkalium und zur Darstellung von Salpetersäure. Er kristallisiert rhomboedrisch, verpufft mit Kohle und färbt die Flamme gelb.

Kalisalpeter (KNO_3) rhombisch, in Wasser leicht löslich, verpufft auf glühender Kohle lebhaft und färbt die Flamme violett. Findet sich in den Höhlen mancher Kalksteingebirge (Ceylon, Leonhardshöhle bei Homburg), in der Nähe ehemaliger Begräbnisstätten, so in Südamerika, Persien, Ägypten und namentlich Ostindien. Er bildet sich überall, wo stickstoffhaltige organische Substanzen in Gegenwart von Kaliumkarbonat verwesen. Dazu kommt noch die Mitwirkung gewisser Mikroorganismen. Das heiße Klima ist der Salpeterbildung ganz besonders günstig. (Künstliche Herstellung von Salpeter in Salpeterplantagen.) Kalisalpeter findet in der Färberei, Druckerei und vor allem zur Schießpulverbereitung Verwendung. Für letzteres Produkt eignet sich Natronsalpeter nicht, da er Feuchtigkeit aus der Luft anzieht. Heutzutage wird fast der gesamte Kalisalpeter aus Natronsalpeter und Chlorkalium hergestellt.

Borate.

An den Ufern mehrerer Seen in Tibet sowie in der Umgebung des Clearsees in Kalifornien wittern massenhaft Kristalle aus, von denen manche eine Größe von 6—8 cm erreichen. Sie sind farblos oder hell gefärbt, einfach-symmetrisch, breit und kurzsäulenförmig.

Es sind das die Kristalle des **Borax** ($Na_2B_4O_7 + 10\ H_2O$). Bei schneller Erhitzung zerspringt das Mineral, vor dem Lötrohr schmilzt es, nachdem es sich stark aufgebläht hat, zu einer durchsichtigen Masse.

Es wird zur Herstellung des gereinigten Borax verwendet, der beim Löten und zur Bereitung von Emails und Gläsern als Flußmittel dient, und findet ferner Anwendung in der Medizin.

Borazit, ein in Würfeln und Rautenzwölfflächnern kristallisierendes Mineral, findet sich in Gips und Anhydrit eingewachsen bei Lüneburg, Segeberg und im Karnallit von Leopoldshall. Er ist farblos, mitunter weiß bis gelblich. Vor dem Lötrohr schmilzt er unter Aufblähen nach und nach zu einer Perle, die aber bald weiß und undurchsichtig wird.

c) Phosphate.

Apatit, Chlor- und Fluorapatit.

```
    O       O       O
    ||      ||      ||
    P       P       P
   /|\     /|\     /|\
  O O O O O O O O O O
   \/   \/  |  \/   \/
   Ca   Ca CaCl Ca   Ca
         (oder F).
```

Apatit (Taf. 12, Fig. 5) ist eines jener Mineralien, die sich gewöhnlich nur in geringen Mengen finden, dafür aber weit verbreitet sind und einen wichtigen Gesteinsgemengteil ausmachen. In Eruptivgesteinen kommt er in langprismatischen, auch nadelförmig hexagonalen Kristallen vor, aufgewachsen auf Klüften und Hohlräumen im Gneis und sonstigen kristallinischen Schiefern, ferner als regelmäßiger Begleiter des Zinnsteines auf Gängen (Erzgebirge). Eingewachsen zeigt er sich im körnigen Kalk und Talkschiefer. In verhältnismäßig mächtigen Lagern findet sich das Mineral an der Lahn und zwar körnig. Diese Ablagerungen sind wegen der Wichtigkeit des Apatits als Dungmittel von landwirtschaftlicher Bedeutung. Als häufiger Bestandteil vieler Gesteine gelangt er leicht in die Ackererde. Dort erfährt er durch Wasser und Kohlensäure eine Umwandlung in löslichen phosphorsauren Kalk, in welcher Form er in die Pflanzen gelangt. Diese wiederum sind die Phosphorlieferanten für die Knochen der Menschen und Tiere. Eine vollständige Auflösung und Entfernung aus dem Boden erleidet Apatit durch die Einwirkung der Kaolinisierung.

Die mitunter Gase, Flüssigkeiten und Glas einschließenden Kristalle sind, wenn sie in Eruptivgesteinen vorkommen, gewöhnlich braun oder blaugrau gefärbt, oft farblos oder weiß, auch grün (Spargelstein), blaugrün (Moroxit), blau und violett. Härte 5, spez. Gewicht 3,2.

Außer dem obenerwähnten Fundorte kommen verschiedene Alpentäler, das Fichtel- und Erzgebirge (Ehrenfriedersdorf, Zinnwald, Schlaggenwald) in Betracht.

d) Sulfate.

Salze der Schwefelsäure H_2SO_4 $\begin{matrix} O= \\ O= \end{matrix}S\begin{matrix} /O-H \\ \backslash O-H \end{matrix}$

A. Wasserfreie:

Anhydrit SO_4Ca	rhombisch	isomorph.
Baryt SO_4Ba	„	
Cölestin SO_4Sr	„	
Vitriolbleierz SO_4Pb	„	

B. Wasserhaltige:

Gips $SO_4Ca \cdot 2\,H_2O$	einfach-symmetrisch
Kieserit $SO_4Mg \cdot H_2O$	
Bittersalz $SO_4Mg \cdot 7\,H_2O$	rhombisch
Zinkvitriol $SO_4Zn \cdot 7\,H_2O$	„
Eisenvitriol $SO_4Fe \cdot 7\,H_2O$	einfach-symmetrisch
Kupfervitriol $SO_4Cu \cdot 5\,H_2O$	unsymmetrisch.

Wasserhaltige Salze mehrerer Metalle:

Kalialaun $(SO_4)_2\,Al \cdot K \cdot 12\,H_2O$.
Ammoniakalaun $(SO_4)_2\,Al \cdot (NH_4) \cdot 12\,H_2O$.

Anhydrit und Gips ($CaSO_4 + 2\,H_2O$).

Sowohl die Meere als auch unsere Süßwasser enthalten erhebliche Mengen von gelöstem Gips. So finden wir im Atlantischen Ozean 0,15 %, in der Nordsee 0,12 % Gips, und von mancher Gips führenden Quelle (Wispertal in Wallis) ist bekannt, daß sie jährlich gegen 200 cbm dieses Salzes dem Erdboden entzieht. Diese Tatsachen lassen auf eine große Verbreitung des Minerals schließen.

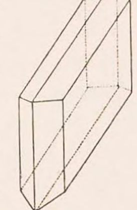


Fig. 86.

Gips findet sich in einzelnen eingewachsenen oder zu Gruppen vereinigten Kristallen, welche dem einfach-symmetrischen System angehören (Fig. 86). Zwillingsbildungen sind häufig, sowohl jene, die normale Kristalle aufweisen, als auch solche, die durch den Druck des nachliegenden Gesteins gebogen oder geknickt sind. (Orthopinakoid, als Zwillingsfläche.) Ferner findet er sich in großen, klaren, spätigen Stücken (Fraueneis, Marienglas), in körnigen, strahligen bis dichten

Aggregaten, in Platten und Trümmern, feinfaserig und seidenglänzend als Fasergips, feinkörnig und weiß als Alabaster und endlich als dichter Gips in mächtigen Lagern (am N.-W.-Rand des Harzes, bei Lüneburg, Segeberg, Pariser Becken, Bex, Toskana, Sizilien).

Mitunter treten bis schenkeldicke, wasserhelle Zwillinge auf, die infolge des von dem umgebenden Gestein ausgeführten Druckes stark wellig gebogen erscheinen (Fig. 87). Gips zeigt eine höchst vollkommene Spaltbarkeit nach dem Klinopinakoid, der gewöhnlich perlmutterglänzenden Fläche. Nach den zwei anderen Richtungen ist die Spaltbarkeit weniger vollkommen. Härte 1,5 bis 2, spez. Gewicht 2,2 bis 2,4. In dünnen Blättchen biegsam. Häufig ist er farblos, manchmal gelblichweiß, weingelb, rötlich bis fleischrot, grau bis schwärzlich gefärbt.



Fig. 87.

Durch gewöhnliche Sodalösung wird Gips in Kalkspat, durch kochende in Aragonit verwandelt. Umgekehrt kann auch Kalkpulver durch Schwefelsäure leicht in Gips übergeführt werden, wobei unter Aufbrausen die Kohlensäure entweicht. Die dadurch erhaltenen, gewöhnlich nadelförmigen Kristalle geben nach dem Trocknen durch gelindes Erwärmen im Reagenzröhrchen Kristallwasser ab.

Derselbe Vorgang, bei welchem durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Kalk Gips entsteht, findet im großen in der Natur statt. Da, wo Schwefelkies, Markasit und andere schwefelhaltige Erze verwittern, bildet sich mit Wasser und dem Sauerstoff der Luft freie Schwefelsäure. Kommt diese Säure mit Kalk in Berührung, dann findet eine Umwandlung in Gips statt. Tatsächlich finden wir das Mineral häufig auf Gestein, welches kohlensauren Kalk und Schwefelkies enthält. Ein Beispiel für die Umwandlung des Kalkes durch die Einwirkung schwefelwasserstoffhaltiger Quellen bietet uns Selvena in Toskana. Auch die Schwefeldämpfe von Vulkanen wirken auf die Kalksteine gipsbildend (Island).

Wie erwähnt, wird durch gelindes Erwärmen des Gipses das Kristallwasser entfernt. Die Kristalle zerfallen zu einer weißen, zerreiblichen Masse, jedoch wird durch Befeuchten mit Wasser das Kristallwasser wieder aufgenommen. Dieser Prozeß ist von technischer Bedeutung, denn darauf beruht die Verwendung des sogenannten gebrannten Gipses zu Gipsfiguren. Der Gipsbrei hat durch das aufgenommene Wasser die Fähigkeit erlangt, allmählich zu erhärten. Würde man jedoch Gips auf 200 Grad erhitzen, dann würde er die Fähigkeit, Kristallwasser auf-

zunehmen, verlieren. Er ist dann totgebrannt und verhält sich wie Anhydrit ($CaSO_4$). Gips und Anhydrit stehen insofern in nahen Beziehungen zueinander, als in der Natur häufig eine Umwandlung der einen Form in die andere stattfindet. Weitaus die größeren Mengen dieser Sulfate haben sich aus dem Wasser abgeschieden, während die obenerwähnte Entstehung von Gips, die übrigens auch für Anhydrit Geltung hat, von geringer Bedeutung ist. Beide, Gips wie Anhydrit, finden sich in den Steinsalzlagern. Derber Anhydrit bildet dort meistens das Liegende oder befindet sich, wie z. B. in den Salzlagerstätten Staßfurts, in den unteren Schichten in Wechsellagerung mit Kochsalz. Es hat sich herausgestellt, daß Gips sich dann aus dem Meere oder einem Salzsee ausscheidet, wenn es sich um geringen Druck, also um geringe Tiefe, handelt und das Wasser nicht zu reich an Chlormagnesium ist. So entsteht z. B. bei einem Druck von 10 Atmosphären ($10 \cdot 10{,}33$ m $= 103{,}3$ m) Anhydrit. Durch Aufnahme von Wasser kann dieser schon in wenigen Tagen in Gips übergehen, wie sich das bei Bex, wo Anhydritstücke in die Grubenhalden stürzten, gezeigt hat. Aber auch atmosphärische Wasser ermöglichen eine rasche Umwandlung, indem sie in die kleinsten Risse und Spalten des Anhydrits eindringen. Da jedoch eine Vergrößerung des Volumens bis zu 60 % stattfindet, so sind Knickungen, Überstürzungen angrenzender Schichten unvermeidlich.

Es kann sich aber auch Anhydrit aus Gips bilden, und zwar, wenn pulverisierter Gips mit einer konzentrierten Kochsalzlösung erhitzt wird, ein Vorgang, der unter dem Mikroskop verfolgt werden kann. Die Umwandlung von Gips in Anhydrit kann man im Innern der Salzgebirge beobachten.

Interessant sind die Höhlenbildungen in Gipslagern, wie sie sich namentlich im Harz finden. Da haben wir die großen Gipshöhlen bei Nordhausen, von denen die eine, die Kelle, 82 m lang, 73 m breit und 45 m hoch ist. Bei Eisleben zeigt sich eine Höhle von 850 m Länge. Der Kalkberg bei Segeberg in Holstein besteht im Innern aus Anhydrit. Anlaß zu jenen Höhlenbildungen gab die große Löslichkeit des Gesteins, welche noch bedeutender als jene des Kalkes ist; Auftreten von Spalten, Einstürze, die mitunter zu einem lokalen Erdbeben wurden wie z. B. das Erdbeben des Wispertales in Wallis 1855, sind das Ende solcher Höhlungen.

Die Anhydritkristalle, welche sich nicht selten eingewachsen in Steinsalz oder Kieserit finden, gehören dem rhombischen System an. Sie haben eine deutliche Spaltbarkeit nach drei Flächen und sind, wenn nicht farblos, dann weiß, bläulichgrau oder rötlich gefärbt und haben grauweißen Strich.

Gips findet Verwendung zu Gipsfiguren in der Bildhauerkunst, zu Stuckarbeiten (Mischung mit Kalk und Sand), als Dungmittel, als Zusatz zu Glasuren. Als Alabaster gebraucht man ihn im Kunstgewerbe zu Vasen, Ornamenten usw., als feinfaserigen Gips zu Perlen und anderen Schmuckgegenständen.

Baryt oder **Schwerspat** ($BaSO_4$)

mit dem verhältnismäßig hohen spez. Gewicht von 4,48 ist eines der formenreichsten Mineralien des rhombischen Systems. Die farblosen, zuweilen wasserhellen, auch gelblich, rötlich oder bläulich gefärbten Kristalle finden sich oft in prächtigen Drusen auf Erzgängen, verbunden mit Schwefelmetallen, Silbererzen, Bleiglanz, Kupferkies (Andreasberg, Klaustal, hier in mehreren Kubikmeter großen bläulichen Kristallen, Marienberg, Freiberg, Annaberg, Przibram, Ungarn, Siebenbürgen). Ferner tritt er als Bindemittel von Sandsteinen und als Versteinerungsmittel von Ammoniten (Schloß Banz) auf. In allen Fällen haben sich wohl die Kristalle auf nassem Wege gebildet.

Vor dem Lötrohr lebhaft zerknisternd und schwer schmelzend. Künstlich kann man ihn u. a. dadurch leicht herstellen, daß man zur Lösung eines Bariumsalzes Schwefelsäure gibt und auskristallisieren läßt.

Gebrauch: Als Anstrichfarbe, zur Herstellung verschiedener Präparate und, wegen seines hohen Gewichtes, zur Fälschung von Mehl.

Weniger häufig, vor allem selten auf Erzgängen, findet sich auf Schwefel und Gips der bläuliche oder auch farblose **Cölestin** ($SrSO_4$).

Glaubersalz ($Na_2SO_4 + 10\,H_2O$) findet sich in Salzlagerstätten, gelöst in Quellen, als Auswitterung in einigen Steppen, mitunter auch wechsellagernd mit Kochsalz am Kaukasus als 2 m mächtiges Lager von Ton und Mergel bedeckt.

Gebrauch: Als Arzneimittel, zur Glasbereitung und Herstellung von Soda.

Kieserit ($MgSO_4$) überzieht sich rasch an der Luft und ist in Wasser vollständig löslich. Findet sich bekanntlich in Staßfurt mit Steinsalz in mächtigen Lagern und zeigt häufig Sylvin und Anhydrit eingeschlossen.

Bittersalz ($MgSO_4$) findet sich als Auswitterung des Bodens (Steppen Sibiriens), im Gneis bei Freiberg, im Schieferton bei Offenbach, als Umbildung des Kieserits zu Staßfurt oder gelöst in Mineralwässern; Eger, Epsom, Friedrichshall. Verwendung in der Medizin.

Zinkvitriol ($ZnSO_4$) meist feinkörnig als Verwitterungsprodukt der Zinkblende namentlich in Goslar. Die künstlich hergestellten Kristalle verwendet man als Arzneimittel, in der Färberei, Druckerei, zur Herstellung von Lackfarben.

Eisenvitriol ($FeSO_4$). Selten trifft man in der Natur die grünen Kristalle des einfach-symmetrischen Eisenvitriols an. Gewöhnlich hat man es mit

traubigen, nierenförmigen Gebilden oder mit Krusten und Zapfen zu tun. In dieser Form findet er sich in alten Bergbauten an den Decken. Er entsteht durch Oxydation von Pyrit oder Markasit unter der Bildung freier Schwefelsäure, die, wenn sie mit Ton in Berührung kommt, ein wasserhaltiges Aluminiumsulfat erzeugt, das sich gewöhnlich in traubigen Krusten absondert. Die Lösung von Eisenvitriol bildet in der Natur mit kohlensaurem Kalk Gips und unlösliches Eisenhydroxyd. Organische Substanzen sind ein Reduktionsmittel für Eisenvitriol (vgl. unter „Eisen"). Die Grubenwasser lösen ihn und bekommen dadurch tintenartigen Geschmack.

Eisenvitriol schmilzt in reinem Kristallwasser und läßt weißes, entwässertes Salz zurück.

Gebrauch: In der Druckerei, Färberei, zur Herstellung von schwarzer Tinte, des Berlinerblau, Vitriolöls und zu verschiedenen Präparaten.

Kupfervitriol ($CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$) (Taf. 12, Fig. 6) bildet sich in der Natur hauptsächlich durch Verwitterung von Kupferkies (Oxydationsprodukt) in faserigen, nierenförmigen oder tropfsteinartigen Massen, selten in deutlichen Kristallen. Durch vorsichtiges Erhitzen der unsymmetrischen Kristalle schwellen sie an, geben bei 100 Grad 4 Moleküle, bei 200 Grad das fünfte Molekül Wasser ab und werden weiß. Durch Betupfen mit Wasser kehrt die Farbe wieder zurück. Auf Kohle (mit Soda) läßt sich metallisches Kupfer herstellen.

Findet sich mit Eisen- und Zinkvitriol auf dem Rammelsberg, ferner in Neudorf, Klaustal, Schlaggenwald, Cornwall, Nordamerika, Chile.

Gebrauch: Färberei, Druckerei, Papierfabrikation, Verkupferung.

Tonerde-Kali-Alaun ($Alk(SO_4)_2 \cdot 12\,H_2O$) kristallisiert vorwiegend im Oktaeder des regelmäßigen Systems, findet sich auf Klüften von Laven, als Ausblühungen von Silikaten, als Produkt brennender Steinkohlenlager auf Schiefergesteinen (Duttweiler bei Saarbrücken, Potschappel bei Dresden) gewöhnlich faserig, glasglänzend, farblos oder weiß. Gut ausgebildete Kristalle erhält man künstlich. Andere Alaune (Doppelsalze vom Aluminiumsulfat und einem andern Sulfat) sind die Natron-, Ammoniak-, Magnesia-, Mangan- und Eisenalaune.

e) Silikate.

Kieselsäure $Si(OH)_4$. Metakieselsäure SiO_3H_2.

$$Si\begin{cases} O-H \\ O-H \\ O-H \\ O-H \end{cases} - H_2O = Si\begin{cases} =O \\ O-H \\ O-H \end{cases}$$

Beispiele:

$$\text{Olivin } Si\begin{cases} O \\ O \end{cases}\!\!>Mg. \quad \begin{cases} O \\ O \end{cases}\!\!>Mg. \qquad \text{Enstatit } Si\begin{cases} =O \\ O \\ O \end{cases}\!\!>Mg.$$

Einteilung.

A. Wasserfreie Silikate.

Die Elemente O und H sind nicht als Wasser, sondern als Hydroxyl enthalten.

Orthosilikate.

Olivin Granatgruppe Glimmer Chlorit Serpentin Talk Kaolin	Sauerstoffverhältnis 1 : 1. Verhältnis der Basen zu den Säuren 1 : 1, z. B. $SiO_4Mg_2 = 2\,MgO + SiO_2$.

Basische Silikate.

Disthen Topas Turmalin Epidot Vesuvian	Sauerstoffverhältnis größer als 1 : 1, z. B. $SiO_3Mg = MgO + SO_2$. 1 : 2.

Metasilikate.

Pyroxene.
Amphybole.
Leuzit.
Beryll.

Intermediäre.

Sauerstoffverhältnis zwischen der Ortho- und Metasäure stehend.

Nephelin.
Sodalith.
Cordierit.

Polykieselsaure Salze.

Salze der Säure $Si_3O_8H_4$ und höhere.

Feldspate.

B. Wasserhaltige Silikate.

Zeolithe.

Natrolith.
Analcim.
Desmin.

Feldspat.

Eine vollkommene Unauflöslichkeit von Gestein durch Wasser existiert nicht. Das beweisen die vielen Pseudomorphosen, von welchen manche, wie Braunstein nach Quarz, Quarz nach Flußspat und mitunter ganze Erzgänge zeigen, daß zwischen der neuen und der vorhergehenden

Substanz überhaupt keine chemischen Beziehungen vorhanden sind. Die alte Substanz wurde aufgelöst, weggeführt und eine andere abgesetzt. Inwiefern Gesteine wie Gips, Steinsalz und Kalk vom Wasser gelöst werden, haben wir bereits gesehen.

Ebenso sind uns die Veränderungen bekannt, die durch Oxydation, vermittelt durch das mit Sauerstoff beladene Wasser, hervorgerufen werden. Eisenkies wird zu Eisenvitriol, Zinkblende zu Zinkvitriol, Kupferkies zu Kupfervitriol. Die Vitriole sind wiederum imstande, andere Wechselzersetzungen einzuleiten. Ferner werden Metalloxydule (Eisen) zu Metalloxyden usf., wasserfreie Substanzen werden zu wasserhaltigen, wie sich das augenfällig bei der Umwandlung des Roteisensteins auf Elba in Brauneisenstein und bei jener von Anhydrit in Gips zeigt; kohlensäurehaltiges Wasser zersetzt u. a. die Silikate von Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, und zwar in der Weise, daß Karbonate dieser Stoffe und freie Kieselsäure entstehen.

Von dieser Veränderung werden ganze Gebirge betroffen, und zwar alle diejenigen, welche die Silikate Feldspat, Augit, Hornblende enthalten, also z. B. Granit, Syenit, Gneis- und Phonolithgebirge.

Die frei gewordene Kieselsäure ist in Wasser löslich, sie wird fortgeschwemmt und scheidet sich großenteils als Quarz oder Opal aus. Auf diese Weise sind namentlich diejenigen Quarze entstanden, die sich in Gängen und Adern finden. Ebenso wird ein großer Teil der Karbonate fortgeführt, um weitere chemische Prozesse zu verursachen, solche wie Kalk- und Eisenspat setzen sich ab.

Was jedoch übrig bleibt, ist das schwer angreifbare, wasserhaltige Tonerdesilikat, der Ton, das Endprodukt des ganzen Prozesses.

Eines unserer verbreitetsten Silikate, das in keiner Ackererde fehlt, in einer Menge von Gesteinen vorkommt und ganz besonders an den erwähnten Vorgängen teilnimmt, ist der **Feldspat** (Taf. 12, Fig. 7).

Sein Name weist auf die Häufigkeit als Ackererdebestandteil hin und auf eine physikalische Eigenschaft, das Spätigsein (Spaltbarkeit). Die glatten, oft perlmutterglänzenden Seiten unterscheiden ihn augenfällig von den eckigen Quarzkörnchen. Dieses Merkmal beruht auf der schon erwähnten Spaltbarkeit, welche nach zwei Richtungen parallel dem mittleren Pinakoid geht.

Die Härte ist 6, das spez. Gewicht 2,5 bis 2,7.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung unterscheidet man Kali-, Natron- und Kalkfeldspate. Selten jedoch finden sich diese in ganz reinen Typen vor, sondern enthalten in mehr oder minder großen Mengen verschiedene Bestandteile. Kristallographisch kann man sie

in eine einfach-symmetrische (Orthoklas) und in eine unsymmetrische (Plagioklas) Reihe einteilen. Aber auch in dieser Hinsicht gibt es Übergänge, indem nämlich die unsymmetrischen Formen häufig eine Zwillingsbildung mit einfach-symmetrischer Pseudosymmetrie hervorbringen.

Mit Berücksichtigung der chemischen, physikalisch-kristallographischen Verhältnisse unterscheiden wir:

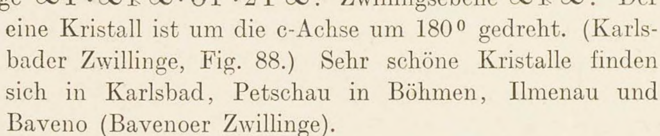
1. Einfach-symmetrischen Feldspat, Orthoklas oder sogenannten Kalifeldspat.

$$Si_3O_8Al(KaNa)Al \left\langle \begin{array}{l} (Si_3O_8) \equiv K_3 . \\ (Si_3O_8) \equiv Al . \\ (Si_3O_8) \equiv Al . \end{array} \right.$$

2. Unsymmetrische Feldspate. Mikroklin (chemisch mit Orthoklas identisch und makroskopisch diesem äußerst ähnlich).

Albit $Si_3O_8Al(NaK)$	Plagioklase.
Oligoklas Si_2SiO_8AlNa	
Labradorit Si_2AlO_8AlCa	
Anorthit Si_2AlO_8AlCa	

Die Feldspate kommen in verschiedensten Dimensionen von den winzigsten Mikrolithen bis zu Kristallen von mehreren Kubikmetern Inhalt (in Pegmatiten) vor. Als Hauptbestandteil von Granit, Gneis und Quarzporphyr ist der **Orthoklas** zu nennen, der durch seinen Kaligehalt für den Ackerboden von großer Bedeutung ist. Er ist rötlichweiß bis fleisch- oder ziegelrot gefärbt. Selten bildet er als Gemengteil von Gesteinen gut entwickelte Kristalle. Von den zahlreichen Kombinationen des Minerals tritt besonders $\infty \bar{P} \infty$ und $\check{P} \infty$ hervor. Häufig sind Zwillinge $\infty P \cdot \infty \bar{P} \infty \cdot 0P \cdot 2\check{P}\infty$. Zwillingsebene $\infty \bar{P} \infty$. Der



eine Kristall ist um die c-Achse um 180° gedreht. (Karlsbader Zwillinge, Fig. 88.) Sehr schöne Kristalle finden sich in Karlsbad, Petschau in Böhmen, Ilmenau und Baveno (Bavenoer Zwillinge).

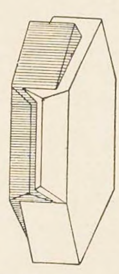


Fig. 88.

Die ein- und aufgewachsenen, mitunter zu Drusen vereinigten Kristalle des Orthoklas sind bisweilen farblos und heißen dann **Adular.** Zeigt dieser gegen das einfallende Licht silberweiße Lichtreflexe, dann nennt man ihn **Mondstein.**

Die glasglänzenden, farblosen, in jungen Eruptivgesteinen vorkommenden Abarten des Orthoklas nennt man Sanidin. (Große Kristalle finden sich im Trachyt des Drachenfels am Rhein.)

Plagioklase. Albit (albus = weiß) kommt fast nur in Zwillingen vor (Drillinge, Doppelzwillinge usw.). Auf Gesteinsklüften in den Alpen (Zillertal), bei Hirschberg in Schlesien.

Oligoklas ist ein wichtiger Gemengteil von Granit, Gneis und Quarzporphyr.

Anorthit (anorthos = nicht rechtwinklig) ist weiß oder grauweiß und findet sich in Dioriten, Diabasen und Basalten.

Labradorit (Taf. 12, Fig. 8), in Eruptivgesteinen, welche quarzfrei sind wie Diorit, Basalt, Gabbro in prächtigen farbenschillernden Kristallen, auf der Parkinsel, an der Küste Labradors und in Kiew. Die farbenprächtigen Steine werden zu Ringsteinen und Ornamenten verschliffen.

Orthoklas wird als Zier- und Schmuckstein (Mondstein) benutzt. Schriftgranit (d. s. Feldspate, die regelmäßig von parallel stehenden Quarzen durchwachsen sind) wird zu Dosen verarbeitet. Ferner dient Orthoklas als Zusatz zur Porzellanmasse und zu Glasuren.

Glimmer.

Nebst Quarz, Feldspat und Kalk ist wohl Glimmer zu den verbreitetsten Mineralien der Erdrinde zu rechnen. Während er als Gemengteil vieler Gesteinsarten (Granit, Glimmerschiefer, Gneis) weit verbreitet ist, tritt er selbständig recht selten auf. Sämtliche Arten, die man zu der Gruppe Glimmer zusammenfaßt, erweisen sich hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften und durch die Zugehörigkeit zum einfach-symmetrischen System als nahe Verwandte; in chemischer Hinsicht bieten sich mannigfache, zum Teil noch unaufgeklärte Verhältnisse.

Die Glimmer zeichnen sich durch eine vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis aus, welche schon mit dem Fingernagel nachgewiesen werden kann. Auf den abgespalteten Flächen zeigt sich ein dem Glimmer eigener Metallglanz, der an Perlmutterglanz erinnert und der dem Glimmer wohl seinen Namen eingetragen hat (glimmern = glänzen). Wie jetzt sicher nachgewiesen ist, sind alle Glimmerarten isomorph; häufig sind Zwillingsbildungen, die meist nach der Basis verwachsen sind. Die Härte schwankt zwischen 2 und 3, das spez. Gewicht zwischen 2,7 und 3,2.

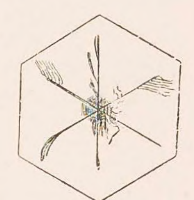

Fig. 89.

Fig. 89 zeigt uns eine sogenannte Schlagfigur. Die Strahlen weisen am Ende feinere Risse auf. In bezug auf die Zusammensetzung ist hervorzuheben, daß alle Glimmer wasserhaltig sind und daher oft in Tiefengesteinen angetroffen werden (Wassernachweis im Reagenzröhrchen). Während die durch Eisen dunkel gefärbten Glimmer schon durch Salzsäure angegriffen werden, wirkt auf die hell gefärbten selbst Flußsäure nur langsam ein.

Der **Magnesia-Eisenglimmer** oder **Biotit** $(SiO_4)3(Al,Fe)_2MgFe_2,KH_2$ ist eine grün, schwarz oder braun, also dunkel gefärbte, durchschei-

nende (in dünnen Blättchen) bis undurchsichtige Glimmerart. In Eruptivgesteinen, kristallinischen Schiefern und Kontaktgesteinen ist Biotit sehr verbreitet. Schwefelsäure zersetzt ihn unter Ausscheidung von Kieselsäure. Vor dem Lötrohr schwer schmelzbar. Fundorte: Laacher See, Bodenmais im bayerischen Wald, Fassatal in Tirol, Vesuv usw.

Muskovit, Kaliglimmer $(SiO_4)\ 3\ Al_3(KNa)H_2$ (Taf. 12, Fig. 9) ist hell gefärbt, durchsichtig und ein wesentlicher Bestandteil von Granit, Gneis und Glimmerschiefer, findet sich auch in körnigen Kalken und Dolomiten, fehlt jedoch in jungvulkanischen Gesteinen. Manchmal findet er sich in großen Tafeln, wie z. B. im Ural, und wird dann zu Fensterscheiben (russisches Glas) benutzt. Wegen der Widerstandsfähigkeit gegen Hitze verwendet man ihn auch an Öfen und Lampen (Glimmerplatten, um das Feuer zu sehen). Wie Biotit, bildet auch Muskovit Pseudomorphosen nach Granat, Augit, Hornblende. Durch Verwitterung wird er goldgelb (Katzengold), während er unverwittert seine Farbe beibehält (Katzensilber). Fundorte: St. Gotthard, Aschaffenburg, Bodenmais, Finnland, Rußland, Skandinavien, Nordamerika.

Lepidolith und **Zinnwaldit** (Lithionglimmer). Ersterer gewöhnlich rot und ohne Eisen, letzterer grau und eisenhaltig. Lepidolith findet sich bei Penig in Sachsen, Schüttenhofen in Böhmen, Bozena in Mähren, im Ural; Zinnwaldit bei Zinnwald im Erzgebirge und Altenberg in Sachsen.

Häufig treten bei Glimmer Umwandlungserscheinungen auf, die sich durch Ausbleichung, also allmähliches Übergehen in farblosen Glimmer oder durch Chloritisierung, d. i. Umwandlung in Chlorit, zeigt. In letzterem Falle scheiden sich Karbonate, Eisen und Quarz aus. Je eisenhaltiger ein Glimmer ist, desto leichter wird er zerstört, und zwar wird die Zersetzung dadurch eingeleitet, daß Eisenoxyd in Eisenoxydhydrat verwandelt wird. Durch kohlensäurehaltiges Wasser werden die kieselsauren Salze ausgelaugt, so daß als Endprodukt nur noch eisenhaltiger Ton zu finden ist.

Pyroxen- und Amphibolgruppe.

Die Silikate dieser Gruppe sind wichtige Gesteinsgemengteile, die in gewissen Beziehungen zueinander stehen. Chemisch sind sie entweder sogenannte neutrale Metasilikate von der allgemeinen Formel $RSiO_3$, worin R, Mg, F und Ca oder Na K sein kann. In den Verbindungen tritt Al auf.

Physikalisch zeigt sich insofern eine gewisse Übereinstimmung, als die einzelnen Glieder der Gruppen rhombisch, einfach-symmetrisch und unsymmetrisch kristallisieren können. Eigentümlich ist der Pyroxen-

reihe ein Prisma von 87° mit mehr oder weniger deutlicher Spaltbarkeit, die Amphibolreihe ist durch ein Prisma von 124° mit vollkommener Spaltbarkeit charakterisiert. Im allgemeinen ist das spezifische Gewicht der Pyroxenreihe höher als jenes der Amphibolgruppe.

a) Pyroxene.

Die wichtigsten Glieder der Gruppe, nämlich der tonerdefreie und licht gefärbte Diopsid, die tonerdehaltigen dunklen Augite und das Kalziumsilikat Wollastonit, gehören dem einfach-symmetrischen System an und finden sich mitunter in gut entwickelten Kristallen. Härte 5 bis 6, das spez. Gewicht liegt zwischen 3 bis 3,5. Ihre chemische Zusammensetzung ist sehr kompliziert; sie bestehen aus Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Eisenoxydul; Ton kann fehlen. Sehr verbreitet sind ihre mikrolithischen Bildungen in Basalten, Diabasen und in der Lava. Von den weit verbreiteten Umwandlungen ist besonders die Chloritbildung hervorzuheben.

Eine unserer bekanntesten Arten ist der sogenannte **gemeine Augit** $(SiO_3)\,2\,(MgFe)Ca$, Taf. 13, Fig. 1), auch schwarzer Augit genannt. Die meist mattflächigen, schwarzen Kristalle zeigen sich als Gemengteil vulkanischer Gesteine wie Melaphyr, Basalt, Diabas oder werden sogar bei Eruptionen ausgeworfen. Gute Kristalle finden sich in der Rhön, am Kaiserstuhl, im Fassatal, am Vesuv, Aetna. Häufig sind Kombinationen von ∞P ∞Ꝑ∞ · ∞Ꝑ∞ Ṕ. Vor dem Lötrohr schmelzbar wie alle Augite, von Säuren kaum zersetzbar.

Diopsid (Taf. 13, Fig. 2), grüner Augit, bestkristallisiertes Mineral der ganzen Gruppe mit durchsichtigen bis durchscheinenden, meist blaßgrünen Kristallen, kommt mit Granat in Piemont, Mussa-Alp und Zillertal vor.

Wollastonit $(SiO_3)\,2\,Ca_2$ als Gemengteil kristallinischer Schiefer. In Eruptivgesteinen selten. In körnigen Kalken oft mit Granat. Auerbach an der Bergstraße und Lengefeld im Erzgebirge.

b) Amphibole.

Die chemische Zusammensetzung dieser Gruppe ist so mannigfaltig wie jene der vorhergehenden. Die Hauptglieder der beiden, Augit und Hornblende, stehen in vielfachen Beziehungen zueinander, nämlich sie stimmen chemisch überein, kristallisieren in demselben System und haben gleiche Härte und gleiches spezifisches Gewicht. Somit haben wir es mit dimorphen Kristallen innerhalb ein und desselben Systems zu tun. Ein wichtiges Unterscheidungsmittel liegt, wie erwähnt, in den Prismenwinkeln und in der Spaltbarkeit.

Andere Unterschiede liegen in der Schmelzbarkeit, denn die Glieder der Amphibolgruppe sind leicht schmelzbar, und zwar um so leichter, je eisenhaltiger sie sind. Endlich sind die Flächen und inneren Hornblendekristalle meist nicht so gut entwickelt wie die des Augits.

Die weit verbreiteten Umwandlungserscheinungen der Amphibole und Pyroxene führen zu Chlorit oder auch Epidot. Große Hitze wandelt Hornblende in Augit um. Außerdem kommen Verwachsungen mit Augit vor.

Gemeine Hornblende $(SiO_3) 4 CaMg_3$ (Taf. 13, Fig. 3) grüne und braune findet sich als wesentlicher Gemengteil von älteren Eruptivgesteinen und kristallinischen Schiefern (Hornblendeschiefer) und in Kontaktgesteinen. Sie ist dunkelgrün bis bräunlichschwarz und undurchsichtig. Schöne Kristalle finden sich bei Arendal (Norwegen).

Basaltische Hornblende in basaltischen Gesteinen zeichnet sich durch glatte und stark glänzende Spaltungsflächen aus. Gut ausgebildete Kristalle und Zwillinge im Basalttuff des böhmischen Mittelgebirges. Fundorte: Schima in Böhmen, Fichtelgebirge, Rhöngebirg, Vesuv.

Der Name Hornblende deutet auf die Härte (Horn) hin und will ferner besagen, daß das Äußere des Steines täuscht (Verwechslung mit dem Edelstein Turmalin).

Strahlstein ist eine stengelige, kristallinische Masse, faserig, glasglänzend, hell- bis dunkelgrün, in Kalk und Talk eingewachsen (Sachsen, Zillertal).

Asbest (asbestos = unzerstörbar). Es gibt 2 Asbest-Arten, den Hornblende-(Amphibol-)Asbest (Taf. 13, Fig. 4) und den Serpentin-Asbest. Letzterer ist entschieden der wichtigere und wird wegen der großen Widerstandsfähigkeit gegen Hitze zu feuerfesten Gegenständen verarbeitet, da er doch selbst einer Temperatur von 1500^0 widersteht. Man trifft ihn auf Gängen in feinfaserigen Massen, wobei die Fasern lose oder fest verbunden sein können. Seidenglänzend grau, grünlich. In vielen Gebirgen.

Beryll ist kieselsaures Beryllium und Aluminium $(SiO_3Be_3) 6 Al_2$, das in langsäulenförmigen Kristallen, dem hexagonalen System angehörig, vorkommt. Häufig sind die Kombinationen von ∞ P O P. Die meist grüne Farbe dieses grasgrünen und durchscheinenden Minerals ist auf Chrom zurückzuführen. Man unterscheidet drei Arten von Beryll, den gemeinen, den Aquamarin und den Smaragd. Der gemeine grünlichweiße, häufig trüb und rissige Beryll findet sich ein- und aufgewachsen im Granat (Bodenmais, Rosenbach in Schlesien). In Galizien, in New-Hamshire kommen Kristalle von 1,5 m Länge und einem Gewicht von 1500 kg vor.

Der **Smaragd** (Taf. 14, Fig. 3) findet sich in Glimmerschiefer oder in Kalk eingewachsen in Sibirien, Finnland, Kolumbien; der meergrüne Aquamarin endlich kommt auf Elba, im Ural und in Brasilien vor. Die beiden letzten haben H. 8 und sind als Schmucksteine hoch geschätzt.



1. Augit von Frascati bei Rom. 2. Diopsid aus Piemont. 3. Amphibol aus Böhmen. 4. Amphibol-Asbest aus der Schweiz. 5. Serpentin aus den Apenninen, geschliffen. 6. Olivinkristall. 7. Topaskristall aus Brasilien. 8. Lasurstein aus Sibirien. 9. Bernstein mit Insekten von der Ostseeküste.



Leuzit ist ein farbloses, weißes oder graues Aluminium-Kalium-Natrium-Silikat, das sich ein- oder aufgewachsen oder auch lose findet, so z. B. in der Nähe des Vesuv. Ferner ist er ein Gemengteil mancher Eruptivgesteine wie z. B. der Basalte. In der Lava des Vesuv, Laacher See. Die Kristalle schließen bisweilen fremde Körper ein (Augitstäbchen, Magneteisen usw.). Sie sind pseudokubisch, in Wirklichkeit rhombisch.

Chlorite

sind magnesia- und eisenhaltige Tonerdesilikate; sie unterscheiden sich aber vom Glimmer, mit dem sie kristallographisch und physikalisch verwandt sind, durch den Mangel an Alkalien. Einfach symmetrisch, tafelförmig, nach der Basis spaltbar, H. 1 bis 1,5. In zentralalpinen Graniten (Zillertal), in Klüften im Chlorschiefer (Penin und Klinochlor). Als Felsart (Chloritschiefer) in der Schweiz, in Tirol und Böhmen.

Serpentin ($Si_2O_9(MgFe)_3H_4$, Taf. 13, Fig. 5) bildet überhaupt keine Kristalle sondern dichte Massen mit hauptsächlich grünen Tönen. Aus den optischen Untersuchungen hat sich ergeben, daß der Mineralkörper, den man Serpentin nennt, aus zwei verschiedenen Mineralien gebildet wird, aus einem blätterig gebildeten, Antigorit oder Blätterserpentin und einem faserigen Chrysotil oder Faserserpentin.

Er ist auf sekundäre Weise entstanden. In den meisten Fällen ist er aus Olivin hervorgegangen und zwar durch Austausch eines Teiles Magnesium und des Eisenoxyduls gegen Wasser. Während die ausgeschiedenen Eisenerze als Magneteisen, zu welchem sie oxydierten, zurückbleiben, wird Magnesium als Karbonat fortgeführt. Die fleckigen, wolkigen Zeichnungen sowie die meist dunkle Farbe rühren größtenteils von Eisenverunreinigungen her. Die Zersetzung geht oft noch weiter. Indem alles Magnesium als Karbonat hinweggeführt wird, bleibt nur noch Kieselsäure in Form von Opal und Chalzedon übrig. Auch andere Mineralien wie Pyroxen oder Hornblende, Granat und Spinell können sich in Serpentin verwandeln. Und so sind im Laufe der Zeit ganze Gesteinsmassen zu Serpentin geworden, der in Form von Stöcken und Gängen sowohl als auch in eingeschalteten Lagern auftritt. Durch die eingeschlossenen Gemengteile kann man nicht selten auf seine Entstehungsweise schließen. Serpentin wird durch Säuren unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt. Vor dem Lötrohr schmilzt er nur schwer. Man unterscheidet edlen Serpentin, gemeinen, faserigen und blätterigen.

Gebrauch: Ornamente, Reibschalen, Vasen, Leuchter und andere Gegenstände werden aus Serpentin gearbeitet (Zöblitz in Sachsen). Wegen der Feuerbeständigkeit wird er zu Herd- und Brandmauern

verwendet. Zersetzter Serpentin (Asbest) wird als Pappe verarbeitet, ferner zu Handschuhen für Feuerwehrleute, zu Wandausfüllungen feuersicherer Schränke u. a. Serpentin findet sich in Schlesien (Reichenstein), bei Hof in Bayern, Zöblitz und Penig in Sachsen, in Tirol, in der Schweiz, im Ural usw.

Olivin, Chrysolith, Peridot ($(SiO_4(MgFe)_2$, Taf. 13, Fig. 6) kristallisiert rhombisch, und zwar ist der Habitus der Kristalle meist säulenförmig; er kommt aber häufig in Körnern, körnigen Knollen (faustgroße Olivinbomben in Steiermark) und eingesprengt vor. H. 7, spez. Gew. 3,2 bis 3,3. Die Farbe ist vorwiegend spargelgrün oder „olivengrün", durch die Oxydation des übrigens sehr wechselnden Eisengehaltes wird das Mineral rotbraun bis rot. Säuren wirken auf Olivin zersetzend ein. Vor dem Lötrohr ist er nicht zum Schmelzen zu bringen.

Olivin bildet einen Hauptbestandteil gewisser Eruptivgesteine (Peridotite). Ferner ist er beigemengt verschiedenen Gesteinen wie Basalt, Diabas, Gabbro und findet sich selbst in Meteoriten.

Von den verschiedenen Umwandlungen, denen er unterworfen ist, ist die häufigste diejenige in Serpentin. Sie beginnt mit einer Ausscheidung von Eisenerzen und kennzeichnet sich durch die grüne Färbung mit schwarzen, braunen oder roten Adern.

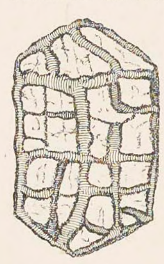


Fig. 90. Olivin in Umwandlung begriffen.

Bezeichnend ist die Umwandlung in sogenannten Faserserpentin. Sie beginnt an den Rändern der Kristalle und macht sich bald durch die eintretende Volumenvergrößerung in Sprüngen geltend. Diese werden von Serpentinaggregaten erfüllt, und es entsteht somit eine typische, maschenartige Struktur (Fig. 90). Reste von Olivin, die sich in den Maschen finden, werden nach und nach umgewandelt. Da sich dieser Vorgang mitunter in großen Tiefen abspielt und Serpentinbildung an oberflächlichen Lagerungen fehlt, kann von Verwitterung nicht die Rede sein.

Fundorte: Eifel, Vogelsgebirge, Böhmen. Die aus dem Orient stammenden Chrysolithe schleift man zu Schmucksteinen.

Talk, das weichste Mineral, H. 1, ist ebenfalls ein sekundäres Produkt, das aus Olivin, Hornblende und Augit (tonerdearmen und tonerdefreien Silikaten) sich bildet. Im reinen Zustande ist Talk schuppig, blätterig, grünlichweiß, durchscheinend und nach der Basis spaltbar. Vor dem Lötrohr leuchtet er. Talk fühlt sich fettig an, und da er auch Fett aufnimmt, wird er als Schmier- und Entfettungsmittel angewendet. (Zum Schmieren von Maschinen, als Rutschpulver für Glacéhandschuhe, Schminke, Schneiderkreide.)

Er bildet verschiedene Metamorphosen, welche seine sekundäre Entstehung bestätigen. Mit Quarz gemengt, bildet er Talkschiefer (Zillertal, St. Gotthard, Steiermark).

Dichter Talk heißt Speckstein (Wunsiedel, Tirol).

Meerschaum ist ein Umwandlungsprodukt des Serpentins, in dessen Lagern er vorkommt. Er bildet erdige, meist grauweiße Knollen und schwimmt wegen seiner feinporösen Beschaffenheit auf dem Wasser. Da er aber dasselbe begierig aufsaugt (daher auch das Haften an der Zunge), geht er bald unter. Salzsäure zersetzt ihn unter Abscheidung von Kieselsäure.

Fundorte: Vallecas bei Madrid, Griechenland (Theben), Kleinasien (Eski-Schehr), bei Hrubschitz in Mähren.

Gebrauch: Pfeifenköpfe, Zigarrenspitzen.

Granatgruppe.

Diese Mineralien sind Aluminiumsilikate des Kalkes, der Magnesia und des Eisenoxyduls. Daraus, daß bald das eine, bald das andere Element vorherrscht, erklärt sich die große Mannigfaltigkeit innerhalb der Gruppe der Granate, die aber in kristallographischer und physikalischer Hinsicht übereinstimmen. Alle Granate gehören dem regelmäßigen System an und kristallisieren vorzugsweise im Rautenzwölfflächner, finden sich auch in Körnern in wechselnder Größe, von Faustgröße bis herab zu den Mikrolithen. Die Spaltbarkeit ist unvollkommen, der Bruch muschelig, Härte 7, spez. Gewicht 3,5 bis 4,3. Die Farbe ist verschieden, aber sie läßt keine Schlüsse auf die chemische Zusammensetzung zu. Vor dem Lötrohr ist er leicht schmelzbar, in Säuren aber unlöslich.

Die Granate sind weit verbreitete Gesteinsgemengteile, die mitunter so zahlreich auftreten, daß sie dem Gestein eine charakteristische Farbe verleihen. Nur ganz selten unterliegen sie Umwandlungen in Chlorit oder Hornblende.

Zu den häufigst vorkommenden Granaten gehört der Eisen-Tongranat **Almandin** $(SiO_4)_3(AlFe)_2(FeMgCa)_3$, Taf. 1, Fig. 4, dessen kirsch- bis blutrote, durchsichtige Kristalle als „edler“ Granat (Karfunkel), und dessen getrübte, rote bis gelbrote Arten als „gemeiner“ Granat bezeichnet werden. Eingewachsen findet er sich in kristallinischen Schiefern und Kontaktgebilden in Sachsen, Böhmen, Tirol.

Der chromhaltige **Pyrop** findet sich in Olivingesteinen und Serpentinen (Meronitz in Böhmen), **Hessonit,** ein Kalkgranat, honiggelb bis hyazinthrot; auf Klüften, Ungarn, Piemont, Ceylon.

Melanit, titanhaltig, sammetschwarz und undurchsichtig; Harz, im Breisgau, Kaiserstuhl, Vesuv.

Grossular $(SiO_4)3Al_2Ca_3$ spargelgrün; im Fassatal, Sibirien.

Topas $(SiO_4Al_2(FeOH)_2$, Taf. 13, Fig. 7) kristallisiert rhombisch, und zwar finden sich die stets säulenförmigen Kristalle ein- und aufgewachsen oder zu Drusen vereinigt. (Vorherrschend sind Kristalle der Kombination

$\infty P \infty \cdot P_2 \cdot P$.) Außerdem kommt Topas derb und stengelig vor. Die Spaltbarkeit nach OP ist vollkommen, der Bruch muschelig bis uneben, H. 8, spez. Gew. 3,5. Topas findet sich primär in Graniten, nicht selten kommt er mit Turmalin und Zinnerz, wie z. B. an verschiedenen Stellen des Erzgebirges, vor. Dort trifft man auch Umwandlungen von Feldspat und Quarz in Topas (Schneckenstein im Erzgebirge).

Das wasserhelle, meist weißgelbe, auch grünliche Mineral wird wegen seiner schönen Farben und seiner ansehnlichen Härte zu Schmuck verarbeitet (Taf. 14, Fig. 6 und 7). (Kristalle jetzt sehr selten!)

Außer dem Schneckenstein bei Schöneck kommen noch Penig und Geyer in Sachsen in Betracht. Brasilien liefert gelbbraune, Sibirien grüne Topase. In Säuren unlöslich, vor dem Lötrohr unschmelzbar. Bei hoher Temperatur verliert jeder Topas seine Farbe.

Turmalin

kristallisiert rhomboedrisch $\left(\text{meist } \infty P_2 \frac{\infty R}{2} \cdot R\right)$ und zeichnet sich durch seine Hemimorphie aus. Die chemische Zusammensetzung des borhaltigen Tonerdesilikates, von der die Farbe abhängt, ist eine sehr komplizierte und außerdem eine wechselnde. Turmalin besitzt Eigenfarbe und ist nicht durch fremde Einlagerungen gefärbt. Zuweilen tritt sogar eine Mehrfarbigkeit in ein und demselben Kristall auf, indem das obere Ende anders als das untere, der innere Kern anders als die äußere Hülle gefärbt ist (Taf. 14, Fig. 11). So findet man Kristalle mit grüner Hülle und rotem Kern, helle Kristalle mit dunklem Ende (Mohrenköpfe). H. 7, spez. Gew. 3.

Vor dem Lötrohr verhalten sich die einzelnen Arten verschieden, die einen schmelzen leicht, andere schwer. Spaltbarkeit unvollkommen, Bruch muschelig.

Turmalin findet sich eingewachsen und aufgewachsen in Graniten, Gneisen, kristallinischen Schiefern, in der Umgebung der Zinnerze, in Kupfergängen und Kontaktgesteinen. Der Farbe nach unterscheidet man:

wasserhellen oder edlen Turmalin (Elba und St. Helena);

schwarzen Turmalin (Schörl), die einzige Art, die als primärer Gesteinsgemengteil in Granit auftritt. (Andreasberg, Freiberg, Schneeberg, Penig, Zwiesel usw.);

roten Turmalin (Rubellit), (Elba, Penig);

grünen Turmalin (ebenda);

braunen Turmalin (Tirol, St. Gotthard).

Zuweilen wandelt sich Turmalin in Muskovit oder Chlorit um; auch Umwandlungen von Feldspat in Turmalin werden beobachtet.

Einige Turmaline rechnet man zu den Edelsteinen, die durchsichtigen (grünlichen und braunen) liefern die Platten zu Polarisationsinstrumenten.

Epidot (Pistazit) bildet einfach-symmetrische, säulenförmige Kristalle von dunkel- bis gelbgrüner Farbe, die gewöhnlich glasglänzend, durchsichtig oder durchscheinend sind und die H. 6 bis 7 haben. Die chemische Zusammen-

Uebersicht über die wichtigsten Edelsteine.

Edelsteine I. Ranges:

1. Diamant (Taf. 2, Fig. 3).
2. Korund (Taf. 1, Fig. 7). { Rubin (Fig. 1). Saphir (Fig. 2).
3. Beryll { Smaragd (Fig. 3). Aquamarin.
4. Chrysoberyll, selten (Borneo, Ceylon), $(Al \cdot O_2)$ 2 Be (Fig. 4).
5. Spinell, selten (Ceylon, Ostindien). Verschiedene Farbennuancen, auch schwarz. $(Al \cdot O_2)$ 2 Mg. (Fig. 5).
6. Topas (Fig. 6, 7 und Taf. 13, Fig. 7).
7. Zirkon oder Hyacinth (Fig. 8, 9, 10).



1

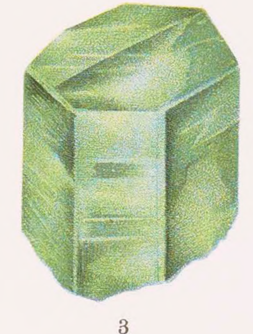


2





4



3



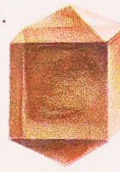
5 6



7

Edelsteine II. Ranges:

1. Granat { Almandin (Taf. 1, Fig. 4). Melanit.
2. Turmalin (Fig. 11).
3. Chrysolith, edler Olivin (Taf. 13, Fig. 6).
4. Türkis (Fig. 12).
5. Opal (Taf. 10, Fig. 8).
6. Epidot.



8



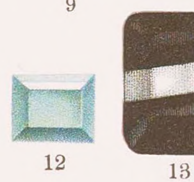
9



10

Halbedelsteine:

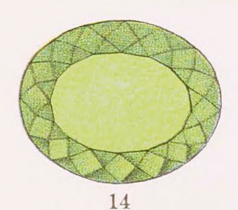
1. Bergkristall (Taf. 2, Fig. 1).
2. Heliotrop
3. Amethyst (Taf. 10, Fig. 4).
4. Chalzedon (Taf. 10, Fig. 6).
5. Onyx (Fig. 13).
6. Chrysopras (Fig. 14) u. a. Quarze.



12 13



11



14



setzung dieses Tonerdesilikates ist verschieden. Die schönsten Kristalle findet man an der Knappenwand im Pinzgau und am Rotenkopf im Zillertal.

Nephelin, ein Aluminium-Natriumsilikat von komplizierter Zusammensetzung ist ein Gemengteil junger Eruptivgesteine (Nephelinsyenithe, Phonolithe und Basalte), kommt aber nie mit primärem Quarz zusammen vor. Während er in jüngeren Eruptivgesteinen gewöhnlich farblos ist, weist er in älteren (Eläolith, z. B. in Norwegen) grünliche oder auch rötliche Farbe auf. Makroskopisch findet er sich am Löbauer Berg in Sachsen (Basaltkegel), Katzenbuckel im Odenwald und am Vesuv. Nephelin gehört dem hexagonalen System an. Wegen seines geringen Gehaltes an SiO_2 wird er von Säuren leicht zersetzt (Kieselsäureausscheidung). Vor dem Lötrohr ist er schwer schmelzbar.

Lasurstein (lapis lazuli, Taf. 13, Fig. 8) ist ein Gemenge eines lasurblauen Minerals (Lasurit in Körnern auftretend) mit anderen Mineralien. In Sibirien, China, Tibet findet er sich in körnigem Kalk mit kleinen Mengen Schwefelkies. Er wird zu Ornamenten und Schmucksteinen verarbeitet.

Cordierit, Dichroit bildet rhombische Kristalle von selten guter Ausbildung. Das glasglänzende, selten farblose, meist bläulich gefärbte Mineral zeigt nach verschiedenen Richtungen verschiedene Farbe und kommt in Graniten, Quarzporphyren und anderen Eruptivgesteinen häufig makroskopisch vor. Cordierit erleidet Umwandlungen in glimmerartige Aggregate. H. 7. Fundorte: Bodenmais, Zschopautal in Sachsen, Schreiberhau in Schlesien, St. Gotthard.

Zeolithe sind kristallisierte, wasserhaltige Silikate, die als sekundäre Produkte meist in Eruptivgesteinen vorkommen. Dort treten sie auf Klüften in Pseudomorphosen nach anderen Mineralien auf. (In Hohlräumen von Basalten, Phonolithen usw.) Die meist farblosen, durchsichtig bis durchscheinenden, glas- und perlmutterglänzenden Mineralien haben H. 4, sind in Salzsäure zersetzbar, schmelzen vor dem Lötrohr und sind wohl aus Labradorit, Leuzit und Nephelin entstanden. Beim Erhitzen im Glasröhrchen werden sie trübe, und es setzt sich Wasser in Tropfen an. Das bekannteste Mineral der Gruppe ist Natrolith. Rhombisch. Böhmisches Mittelgebirge.

Anhang.

Organische Verbindungen.

Außer den verschiedenen Kohlenarten sind zu den sog. organischen Verbindungen noch zu rechnen: Bernstein, Asphalt und Ozokerit.

Bernstein ist ein von untergegangenen Coniferen herstammendes, fossiles Harz, das sich in den Provinzen West- und Ostpreußen (namentlich im Samlande) in einer $1^1/_5$ m mächtigen Sandschichte findet. Teils wird er aus dem Meere gefischt, teils aus der ,,blauen Erde", einer Bernstein führenden Sandschichte in der Ostsee gewonnen. An der Küste kann er außerdem durch Graben gefördert werden. Die hell- bis dunkel-

gelben, durchsichtigen (oder trüben) Stücke haben muscheligen Bruch und sind erbsen- bis faustgroß. Gerieben, wird Bernstein bekanntlich negativ elektrisch, eine Eigenschaft, die schon den Griechen, die ihn Elektron nannten, bekannt war. Bernstein verbrennt mit heller Flamme, ist in Äther löslich und liefert durch Erhitzen unter Luftabschluß die Bernsteinsäure. Bekannt ist seine Verarbeitung zu Schmuck- und Kunstgegenständen (Pfeifenspitzen). Auf Sizilien findet sich blauer und roter Bernstein. Von geringer Bedeutung ist das Vorkommen im Riesengebirge.

Durch den Umstand, daß Bernstein als zähflüssiges Harz kleine Tiere (s. Fig. 9 auf Taf. 13) und Pflanzenteile umschloß, sind uns interessante Zeugen der damaligen Organismenwelt erhalten geblieben.

Asphalt (Erdpech, Bitumen) ist ein Umwandlungsprodukt von Erdölen; er ist eine schwarze, fettglänzende, leicht schmelzende, mit rußender Flamme verbrennende Masse von bituminösem Geruch. Auf dem Toten Meere schwimmen mitunter große Blöcke dieses Körpers und auf Trinidad findet sich ein stundenweit ausgedehntes Gebiet mit Asphalt bedeckt. In Deutschland kommt er gangförmig in Hannover (Bentheim, Hauptproduktionsstellen sind Limmer und Eschershausen), ferner in Bechelbronn im Elsaß und bei Münster vor.

Verwendung zu Straßenpflaster, Asphaltdächern, zu Siegellack, Fackeln, zu Firnis u. dgl.

Ozokerit (Erdwachs). Diese derbe, wachsähnliche, weiche Masse besteht aus Kohlenstoff und Wasserstoff wie Petroleum und brennt mit heller Flamme. Ozokerit kann auch durch Destillation von Braunkohlen erhalten werden und findet sich hauptsächlich in Galizien (Boryslav), Rumänien und bei Baku. Verwendung zu Kerzen und Paraffin.

Petroleum (Erdöl, Naphtha) ist ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, das seiner Entstehung nach tierischen oder pflanzlichen Ursprungs ist. In manchen Fällen, wie z. B. da, wo es direkt aus Steinkohlenmassen ausfließt (in Gruben, Grafschaft Skrop), ist kein Zweifel über seine Herkunft. Andererseits weisen bestimmte Vorkommnisse auf tierische Entstehung hin. Experimentell hat man eine an Petroleum erinnernde Flüssigkeit aus Tran (unter erhöhtem Druck) hergestellt. Auch die Ansicht, daß Petroleum durch Einwirkung von Wasser auf Metall karbide durch hohe Temperatur entstanden sein könnte (vulkanische Gegenden), hat vieles für sich. Vorkommen: Vor allem in Pennsylvanien, Baku, Galizien, Rumänien, Persien, Braunschweig und Hannover (Peine und Lehrte), Elsaß (Bechelbronn), Tegernsee. Außer der Verwendung des Petroleums als Brenn- und Beleuchtungsmaterial kommen noch eine Menge von wichtigen Produkten, die aus demselben gewonnen werden, in Betracht, wie Benzin, Paraffin, Vaseline, Schmieröle. Verwendung zu chemischen und medizinischen Zwecken.

2. Teil: Gesteinslehre.

Ebensowenig wie die Mineralien sind die Gesteine unveränderliche Naturobjekte; gleich diesen sind sie physikalischen und chemischen Veränderungen unterworfen. Sie entstehen, wandern und vergehen, d. h. geben Material für Neubildungen und werden somit zu wichtigen Zeugen für die Geschichte der Erde.

Je nach ihrer Entstehung kann es sich nur um 2 Arten handeln, um Durchbruchgesteine und Absatzgesteine. Erstere sind als schmelzflüssige Masse aus der Erde hervorgebrochen und langsam erstarrt; letztere wurden allmählich durch Meer- oder Süßwasser oder durch den Wind abgesetzt und aufgeschichtet. Ursprünglich Felsen, wurden sie infolge von Zerstörung als Schutt, Sand und dergleichen ein Spiel der Wellen oder Lüfte. Im Laufe der Zeit folgte sodann eine Ablagerung als Sandstein, Löß, Düne, Tuff usf.

Gewisse und zwar weit verbreitete Gesteinsarten wie z. B. Gneis und kristallinische Schiefer scheinen mit keiner der oben angedeuteten Entstehungsarten etwas gemeinsam zu haben. Hoher Druck und hohe Temperatur haben an diesen uralten Massen, die im Innern der Erde eine noch weitere Verbreitung haben als an der Oberfläche, ganz besondere Eigentümlichkeiten hervorgebracht. Dadurch, daß diese Gesteine die Spuren eines ehemaligen schmelzflüssigen Zustandes wie auch der Entstehung aus dem Wasser an sich tragen, herrschte fast bis auf den heutigen Tag große Unklarheit über deren Ursprung.

Das Gefüge oder die Struktur der Steine hängt von den das Gestein aufbauenden Teilen ab. Es gibt Gesteine, die aus dichten Massen bestehen, solche, die aus faustgroßen, mitunter auch nur stecknadelkopf- oder erbsengroßen Elementen wie beispielsweise die Sandsteine zusammengesetzt sind (Trümmergesteine) und endlich solche, deren Bestandteile kristallinisch sind (kristallinische Gesteine).

Ihrer Entstehung nach teilt man die Gesteine in 2 Gruppen:

1. In Eruptivgesteine, die als schmelzflüssige Masse aus der Tiefe heraufdrangen und dann erstarrten (Erstarrungs- oder Durchbruchsteine).

2. In Sedimentärgesteine, auch geschichtete Gesteine genannt, weil sie sich aus den Wässern oder der Luft chemisch oder mechanisch abgesetzt haben.

Als 3. Gruppe wird diesen beiden nach herkömmlicher Art die der kristallinischen Schiefergesteine beigefügt.

In bezug auf die Bestandteile der Gesteine unterscheidet man wesentliche oder Hauptgemengteile, also solche, die zur Konstituierung unbedingt notwendig sind und zufällige (akzessorische) oder Nebengemengteile. Letztere können auch fehlen, sie können andrerseits durch ihr häufiges Auftreten für manches Gestein charakteristisch werden, wie z. B. das Vorkommen von Granat in fast allen Glimmerschiefern.

Gesteine sind massige oder lockere Aggregate von Individuen, welche gewöhnlich verschiedenen, seltener einer Art von Mineralien angehören und einen wesentlichen Bestandteil unserer Erdkruste darstellen.

Die Beschaffenheit der Gesteine ist von größter Bedeutung für die Pflanzenwelt. Vor allem kommt es darauf an, wie der Boden verwittert, ob schwer oder leicht; ferner kommt in Betracht, ob die Erddecke, das ist die Zersetzungsdecke, dem Gestein dicht anliegt, oder ob sie sich leicht abhebt. Eine besonders dichte Anlagerung ist bei Granit sowie bei allen feldspathaltigen Gesteinen zu verzeichnen; dagegen trifft das glatte Auflagern bei löslichen Gesteinen wie Kalk zu. Hier kann die Humusdecke ganz glatt abgehoben werden. Die tonig sandige Schichte des Granit- und Schieferbodens, die sich dicht an das Gestein anlagert, bringt der Pflanzenwelt große Vorteile entgegen, hingegen eignet sich der Kalkboden (Karst) durch den Umstand, daß das Wasser die kleinsten Partikelchen mit fortnimmt, und daß er nicht zu Sand verwittert, für die Pflanzen weit weniger. Beim Granit und Schieferboden können die Pflanzen ihre Wurzeln tief hinabsenken, hier ist das unmöglich. Undurchlässige Verwitterungsprodukte, wie jene der Grauwacke (die übrigens auch eine undichte Erdschichte bedingt), haben ebenfalls Unfruchtbarkeit zur Folge (Eifel).

Solche Gebiete, die eine besonders reichhaltige geologische Zusammensetzung haben (Kyffhäuser), zeigen auch eine große Abwechslung in der Vegetation.

Wie sehr das Gedeihen der Pflanzenwelt von den verschiedenen Verwitterungs- und Zersetzungsprodukten abhängig ist, das zeigt uns ein Blick auf die verschiedenen Bodenarten und deren physikalisches und chemisches Verhalten.

Ton zieht bekanntlich Feuchtigkeit an, trocknet schwer und gilt deshalb als nasser und kalter Boden. Ferner ist er für die Pflanzenwürzelchen undurchdringlich. Zu diesen für die Flora nicht günstigen Eigenschaften kommt noch eine weitere, seine Helligkeit. Dunkler Boden nimmt, wie uns die Physik lehrt, die Licht- und Wärmestrahlen auf und ist daher wärmer als heller. Andererseits jedoch ist zu bedenken, daß er imstande ist, Kohlensäure zu absorbieren und eine Reihe von mineralischen Salzen, die für die Pflanze unentbehrlich sind, festzu-

halten und sie ihr darzubieten. Bekanntlich erfolgt deren Aufnahme in löslicher Form durch die Wurzeln.

Um den Pflanzen ein guter Nährboden zu sein, muß der Tonboden zu Lehm werden. Das geschieht auf die Weise, daß er sich mit Sand mischt. Allerdings muß zu diesem Zwecke die Tonsubstanz vorerst dazu präpariert sein. Sie muß in dem Maße gelöste Kieselsäure aufgesaugt haben, daß sich dieselbe nach dem Verdunsten des Wassers in feinsten Körnchen selbst mit den kleinsten Tonteilchen vermischen kann. Hierauf kann mit Erfolg die Mischung mit Sand eintreten, und die neue Bodenart, locker, porös, zerbröckelnd, durchlässig, nicht so naß wie Ton, hält eine Fülle von guten Eigenschaften für die Pflanzenwelt bereit.

Sandboden ist durchlässig, locker, dürr und gehört zu den unfruchtbarsten Bodenarten.

Mergel, eine Mischung von Ton und Kalk, vereinigt auch die Eigenschaften der beiden Erden. Die Wärmeaufnahme ist groß, der Boden warm.

Alle diese Bodenarten können nur insoweit die Träger der Vegetation sein, als sie mit Humus gemengt sind. Diese bräunlichschwarze Masse, das Endprodukt des Gärungs-, Fäulnis- und Verwesungsprozesses von Pflanzen und Tieren, fehlt keiner Ackererde und tritt überall auf, wo Organismen und Gesteine verwittern. Ihre Dichte kann von wenig Zentimetern bis zu $1^1/_2$ m anwachsen, wie das z. B. in den Urwäldern der Fall ist.

Wir haben es also hier mit organischer Verwitterung zu tun, welche stets mit der chemischen Hand in Hand geht. Sie besteht darin, daß durch die Ausscheidung von Säuren aus den Wurzeln verschiedene Substanzen, die von den Atmosphärilien selbst nicht gelöst werden, eine Zerstörung erleiden. (Vorbereitet und zerkleinert wurde die Ackerkrume bereits durch den Jahreszeitenwechsel.) Die Wurzeln wirken chemisch auf den Boden ein und entziehen ihm vor allem Kali, Kalk und Phosphorsäure. Durch die Humussäure (Humus und Sauerstoff) und die humussauren Salze (Salze der Humussäure) erfolgt die Lösung. Indem nun Humus nicht nur alle Salze enthält, die die abgestorbene Pflanze der Erde zurückgibt, sondern auch noch den Kohlenstoff der Pflanze bekommt, indem sie ferner imstande ist, bis 80% des fallenden Wassers und eine Menge von Gasen aufzunehmen, wird er durch das innige Gemisch mit nährstoffreichem Ton zur wichtigsten Bodenart.

Als erste Humusbildner können die Flechten (Algen) angesehen werden. Sie fehlen auf keinem Gestein, auf keiner Lava. Auf sie folgen Moose, Lebermoose, Farnkräuter, Bärlappe oder auch Gräser, jede höhere Stufe von dem Untergang der niederen lebend, bis sich endlich ein üppiger Pflanzenteppich auf zerstörtem Gestein ausbreitet.

Über die Ursachen, welche die Verwitterung der einzelnen Gesteine bestimmen, ist man noch nicht orientiert. Geringfügige Veränderungen in der Zusammensetzung bedingen, daß ein Gestein leichter zersetzt wird als ein anderes.

I. Eruptivgesteine.

Alle Eruptivgesteine (erumpere = hervorbrechen) kommen in glutflüssigem Zustande als sogenanntes Magma aus dem Innern der Erde. Ein Teil dieser Massen drang bis zur Oberfläche der Erde, andere Schmelzflüsse fanden unüberwindliche Hindernisse und mußten sich innerhalb der Panzerdecke verfestigen. Sie benützten verschiedene Klüfte, die sie gewaltsam erweiterten und veranlaßten dadurch gewaltige Zerstörungen und Umbildungen. Diese Schmelzflüsse sind mit Wasser gesättigt, welches sie nicht erst an der Oberfläche, sondern schon auf dem Wege zu dieser angenommen, folglich aus der Tiefe mitgebracht haben. Nicht nur die heutigen Vulkanausbrüche, die große Mengen von Wasserdampf fördern, auch andere Tatsachen, wie z. B. Flüssigkeitseinschlüsse in verschiedenen Gemengteilen, und der bis zu 8 % betragende Wassergehalt des rasch erstarrten Pechsteins liefern hierfür Beweise.

Außer den Wasserdämpfen sind es noch Gase, wie Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, Chlorwasserstoffsäure, Kohlensäure usw., die dem Magma beigegeben sind. Man nennt diese gasförmigen Stoffe Mineralbildner. Die Reihenfolge der Ausscheidung der einzelnen Mineralien erfolgt nach bestimmten Gesetzen.

Sind die Gesteine reich an Kieselsäure und Alkalitonerdesilikaten, so sind sie wegen des nahezu farblosen Aussehens und des geringen spezifischen Gewichtes dieser Substanzen hell und spezifisch leicht; herrschen dagegen Kalk, Magnesia und Eisen vor, dann haben wir es mit schweren und dunklen Gesteinen zu tun.

Ein und dieselbe Schmelzflußmasse konnte zu verschiedenen Gesteinen Anlaß geben, je nachdem sie die Oberfläche erreichte oder nicht. Ist ersteres der Fall, dann entweichen die Liquida, die Lava bläht sich auf oder zerspratzt, und es entstehen porös glasige, porphyre Gesteine. Im andern Falle findet ein Erkalten unter hohem Druck statt, so daß eine gleichmäßige Erstarrung eintritt. Die an die Oberfläche gedrungenen Eruptivgesteine nennt man auch vulkanische, die andern plutonische oder Tiefengesteine.

Altersunterschiede zwischen beiden Arten bestehen nicht. Dadurch, daß die plutonischen erst nach und nach (durch die Wirkungen des

Wassers, Erosion) zutage treten, ist man geneigt, ihnen ein höheres Alter zuzuschreiben. Auch heute noch gehen beide Bildungsarten vor sich. Gewöhnlich hält man den Granit für ein uraltes Gestein, jedoch gibt es auch, wie z. B. in den Alpen, geologisch junge (tertiäre) Granite.

Die im glutflüssigen Zustande aus der Tiefe dringenden Eruptivgesteine üben auf die Nebengesteine eine umgestaltende (metamorphosierende) Einwirkung aus, die man gewöhnlich mit Kontaktmetamorphose bezeichnet. (Vgl. Seite 79.)

Diese Einwirkungen können verschiedener Natur sein und sich als Verglasung, Verkohlung (Umwandlung von Braunkohle in Steinkohle und diese in Graphit), Umkristallisierung, Frittung des Nebengesteins bemerkbar machen. Durch den gewaltigen Druck, der mit hoher Temperatur gepaart ist, werden die Gase in die Poren der Nebengesteine gepreßt, um diese zu durchdringen und dort mineralbildend zu wirken. Kein Gestein, mag die Verbandsfestigkeit eine noch so große sein, kann den Wirkungen, vor allem der Durchdringung von Mineralbildnern, widerstehen (Zinnstein im Erzgebirge). Und so entstehen Ausscheidungen wie solche von Hornblende, Augit, Topas, Turmalin, Rutil, Flußspat usw. Brauneisenablagerungen werden zu Magnetit, toniges Mineral, in Kalk eingelagert, vereinigt sich zu Granat. Auf die Umwandlung von Kalkspat in Marmor durch Kontaktmetamorphose wurde bereits früher hingewiesen. Grauwacken und Sandsteine werden mehr oder minder zu Glas (Eifel) geschmolzen; Tone und Mergel werden zu glänzenden oder roten Massen gebrannt. Die Hauptbestandteile aller Eruptivgesteine sind: Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd, Eisenoxydul, Kalk, Magneteisen, Kalium und Natrium.

Granit.

Granit ist ein weit verbreitetes, grob- oder feinkörniges Tiefengestein, bestehend aus Feldspat, Quarz und Glimmer. Quarz zeigt sich in rundlichen Körnern oder eckigen Partikelchen und unterscheidet sich durch die lichtgraue Farbe und den Glasglanz von den meist rötlich gefärbten Kristallkörnern oder Karlsbader Zwillingen des Kalifeldspates. Erreichen die Feldspatteilchen eine Ausdehnung von einigen Zentimetern, dann hat der Granit ein porphyrartiges Aussehen; die Glimmer kommen entweder als helle Muskovite oder als dunkle Biotite oder Lithioneisenglimmer vor.

Außer diesen Gemengteilen kann das Gestein noch Hornblende, Augit, Cordierit, Turmalin, Apatit, Zirkon, Pyrit, Hämatit und Magneteisen enthalten.

Die Korngröße des Granits unterliegt verschiedenen Schwankungen, und man unterscheidet mit Berücksichtigung derselben grob-, mittel- und feinkörnigen Granit.

Granit bildet das Grundgebirge großer Landstrecken und ist das verbreitetste Eruptivgestein. Wir finden ihn in den Alpen, im Riesengebirge, Fichtelgebirge, Böhmerwald, Erzgebirge, im Schwarzwald usw.

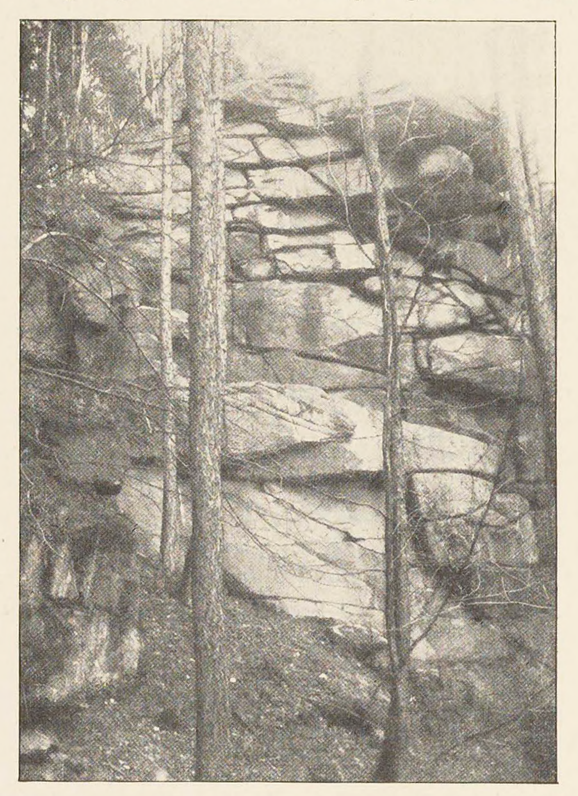


Fig. 91. Granitgruppe an der oberen Spree (bei Bautzen).
Photogr. vom Verfasser.

Außer den größeren Massivs bildet Granit Stöcke, Lager und Gänge. In letzteren kommt es oft zu ganz besonderen Ausbildungen, die sich in der auffallenden Größe der Gemengteile, namentlich des Feldspates, zeigen (Granulitgebiet in Sachsen, Pisek in Böhmen, Zwiesel im bayrischen Walde). Die rein körnig beschaffenen Pegmatite (der Feldspat wird von Quarz stengelig durchwachsen) führen in Gängen einen besonderen Reichtum an Mineralien wie Topas, Apatit, Flußspat, Turmalin usw.

Der Kieselsäuregehalt des Granits kann über 70 % betragen, jener des Aluminiumoxyds über 12 %, Kaliumoxyd macht gewöhnlich etwa 6 % und Eisenoxyd bis zu 4 % aus.

Die Verwitterung ergreift die oberflächlichen Partien und macht sich dadurch bemerkbar, daß sich das Gestein bräunt und lockert. Absonderung und Klüftung zeigen sich an jenen Felsmauern, die an die Oberfläche treten; je weiter man in die Tiefe kommt, desto seltener treten sie auf, um schließlich ganz zu verschwinden. Wahrscheinlich ist die Ursache der Sprünge in der Struktur des Gesteins und zwar in

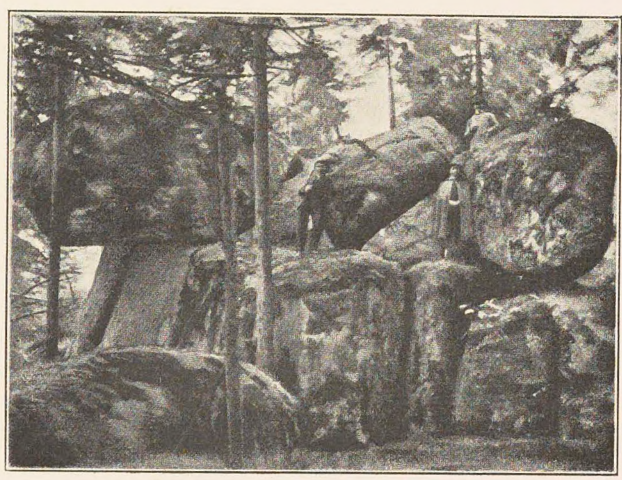


Fig. 92.
Wollsäcke von Granit der Luisenburg bei Wunsiedel im Fichtelgebirge.
Nach Weinschenk, Gesteinskunde.

Parallellagerung von Glimmerplättchen zu suchen, die der physikalischen Verwitterung treffliche Angriffspunkte bieten. Das Zerfallen des Granits in vieleckige Quader zeigt uns Fig. 91.

An diesen sowohl wie an den großen Quadern betätigt sich die chemische (und organische) Verwitterung bis das Gestein zu Lehm, dem letzten bleibenden Rückstand, geworden ist.

Eine häufige Erscheinung sind die sog. Felsenmeere (Brockenfeld im Harz), „Wollsäcke", das sind Blöcke, mit denen manche Granitberge besät sind.

Die Luisenburg im Fichtelgebirge ist beispielsweise eine solche Trümmerstätte von gewaltigen Massen abgerundeter Blöcke (Fig. 92). Diese sind gewissermaßen als Kerne der zersetzten Gesteinsmassen übrig

geblieben, nachdem von Wind und Wasser die lockeren Bestandteile fortgetragen wurden.

Gebrauch: Granit wird hauptsächlich als Straßenbaumaterial und zu Brückenbauten verwendet; die schön gefärbten Varietäten jedoch zu Prachtbauten, Säulen und dergleichen. Der 33 m hohe Obelisk von Luxor auf dem Konkordienplatz zu Paris besteht aus rotem Granit, der Unterbau der Friedenssäule in Berlin aus einem 8 m hohen erratischen Block der Mark.

Quarzporphyr.

Hauptbestandteile: Quarz und Orthoklas.

Wichtige akzessorische Bestandteile: Plagioklas, Glimmer, Hornblende, Augit, Magnetit.

Tonerde 12—14%, Kali 7—9%, Kieselsäure 74%.

Die rötliche oder braune, auch graue, bald splitterige und harte, bald matte, rauhe und lockere Grundmasse, in der einzelne Kristalle eingelagert sind, tritt in Deutschland mehrfach auf und bildet meist steil-kegelförmige Kuppen. Thüringer Wald, Odenwald, am Südrand des Harzes, im erzgebirgischen Becken, in der Gegend von Leipzig, Halle, Zwickau, Tharandt, Meißen, Schlesien. Bei Bozen und Schönau (Schlesien) repräsentiert er sich in säulenförmigen Absonderungen. Seine Verwitterungsprodukte sind fruchtbare Tone und Porzellan (Meißen).

Anwendung: Zu Bau-, Pflaster-, Mühl- und Schleifsteinen, aber auch zu Säulen, Vasen und Schalen.

Syenit (nach der Stadt Syene in Ägypten).

Wesentliche Bestandteile: Orthoklas, Hornblende.

Nebenbestandteile: Plagioklas, Biotit, Magnetit, Titanit.

Kieselsäure bis zu 60%, Tonerde 17%.

Hinsichtlich der Lagerungsformen und Kontaktwirkungen stimmt Syenit mit Granit überein und geht bisweilen in denselben über. Auch seine Verwendung ist dieselbe.

Vorkommen: Bei Meißen, im Plauenschen Grunde bei Dresden, an verschiedenen Stellen des Lausitzergebirges, Thüringen, Schwarzwald.

Trachyt (trachys = rauh) gleicht in seiner Zusammensetzung dem Syenit und ist eine hellgraue, poröse, sich rauh anfühlende Masse, in der sich 5—6 cm große glänzende Sanidinkristalle (Feldspat) finden.

Trachyt kommt häufig vor und bildet Gebirge und Bergkegel. Siebengebirg (Drachenfels), Laacher See, Auvergne, Kanarische Inseln. Dient als Baumaterial (Kölner Dom), als Pflaster- und Mühlstein.

Phonolith (phone = Klang), Klingstein, ein jung-vulkanisches Gestein von dunkelgrüner, grauer oder bräunlicher Farbe. Die dünnen Platten, in die er zerbricht, geben beim Anschlagen einen hellen Ton.

Wesentliche Bestandteile: Sanidin, Nephelin, Magnetit.

Wichtige Nebenbestandteile: Leuzit, Augit, Hornblende, Biotit, Magnesit.

Kieselsäure gegen 58%, Tonerde 21 %.

Phonolith bildet Kuppen und Dome im Westerwald, in der Rhön (Milseburg), Lausitz (Lausche, Kottmar), in Nordböhmen (Milleschauer), am Laacher See, Oberwiesental im Erzgebirge. Er wird als Baustein verwendet.

Diorit. Wesentliche Bestandteile: Plagioklas, Hornblende. (Die vorhergehenden Gesteine werden auch Orthoklasgesteine genannt.)

Akzessorische Bestandteile: Glimmer, Quarz, Augit, Apatit.

Kieselsäure 50%.

Diorit bildet entweder selbständige Gänge und Stöcke oder tritt mit Graniten und Syeniten auf. (Thüringer Wald, Kyffhäuser, Roßtrappe, Odenwald, Nassau, Vogesen, Lausitz, Erzgebirge, Sudeten usw.)

Gabbro (italienischer Name), ein grünlich-körniges Gemenge aus Plagioklas und Diallag (ein Pyroxen) mit den unwesentlichen Bestandteilen Olivin, Magnetit, findet sich im Harz (Radautal), am Zobten, bei Roßwein und Penig in Sachsen, bei Neurode in Schlesien.

Verwendung zu Pflastermaterial.

Kieselsäure 50%, Tonerde 20%, Eisenoxydul 7%.

Diabas ist ein grob- bis feinkörniges, grünliches oder graugrünes Gemenge aus Plagioklas und Augit nebst den akzessorischen Bestandteilen Magnetit, Apatit, Titanit, Olivin und Orthoklas.

Kieselsäure 50%, Tonerde 17%, Eisen 12%.

Diabas bildet Gänge und Lager z. B. im Vogtlande, in der Lausitz, im Harz, Frankenwald und Fichtelgebirge, in der Lahn-, Nahe- und Saargegend, in Niederschlesien.

Verwendung: Als Bau- und Straßenstein, außerdem zu Zierbauten und Denkmälern (die drei letztgenannten Gesteine nannte man früher Grünstein).

Melaphyr. Wesentliche Bestandteile: Plagioklas, Augit.

Nebenbestandteile: Olivin, Magnetit, Apatit.

Kieselsäure 52%, Tonerde gegen 20%, Eisenverbindungen und Kalkerde je 9%.

Melaphyr ist ein bräunlich oder grünlichschwarzes Gestein, das bei eintretender Verwitterung erdig wird und mit Säuren (Karbonatbildung) aufbraust. Die dem Gestein charakteristischen Blasenräume (Mandelsteine, zwischen Hirsekorn und Kopfgröße schwankend) sind mit Kalkspat oder Produkten der Kieselsäure erfüllt (Achat, Chalzedon, Amethyst).

Melaphyr bildet Decken, Gänge und Lager, so z. B. in Ilfeld am Harz, Zwickau in Sachsen, im Thüringer Wald, in Oberstein a. d. Nahe. (Hier werden auch die Achateinschlüsse verschliffen.)

Verwendung als Straßen- und Baumaterial.

Basalt.

Die Familie der Basalte besteht aus schwarzem, dichtem Gesteine und gliedert sich nach der chemischen Beschaffenheit der Gemengteile in verschiedene Arten, von denen folgende erwähnt seien:

1. Feldspatbasalt, bestehend aus Plagioklas, Augit, Olivin und Magneteisen. Vorkommen: Eifel, Siebengebirg, Rhön, Lausitz, Vogelsberg (größter Basalterguß in Mitteleuropa).

2. Nephelinbasalt mit den Hauptbestandteilen Nephelin, Augit und Olivin. Diese Art kommt vor im Odenwald, Erzgebirge, in der Rhön und Lausitz.

3. Leuzitbasalt aus Leuzit, Augit und Olivin bestehend. Eifel, Erzgebirge.

Grobkörniger Basalt heißt Dolerit (Meißner in Hessen). Nephelindolerit (Löbauer Berg).

Unwesentliche Basaltbestandteile sind: Hornblende, Biotit und Titanit. Der Basalt wird als ein jung-eruptives Gestein bezeichnet. Er tritt häufig in Plattenform und auch in Säulen auf, welch letztere oft 4 bis 7 Seiten aufweisen, eine deutliche Gliederung zeigen, eine Länge von 100 m und eine Dicke von 6 bis 7 m erreichen können. Nebenstehende Abbildung zeigt uns einen Einzelkegel mit zweierlei Säulen, solchen von 20—30 cm Dicke, dann aber auch solche von $^3/_4$—1 m Durchmesser. Letztere befinden sich an der Spitze der pilzförmigen Basaltmasse. Bekannt ist die Fingalshöhle auf der Insel Staffa durch die herrlichen Basaltsäulen.

Wie Phonolith bildet Basalt nicht selten Kuppen, und zwar erklärt man die Kegelform durch Überfließen der Ergußmasse. Man verwendet den Basalt zu Straßenbaumaterial.

Natürliche oder vulkanische Gläser.

Alle vulkanischen Gläser haben eine rasche Erstarrung aus dem Schmelzfluß durchgemacht und finden sich sowohl oberflächlich in Laven und Auswürflingen als auch in Gesteinsbruchstücken, die eine teilweise Schmelzung (Frittung) erlitten haben. Im allgemeinen sind die Gläser kieselsäurereiche Mischungen und kommen vornehmlich in Trachyten und Quarzporphyren vor.

Die wasserfreien Gläser nennt man Obsidiane, die wasserhaltigen Pechsteine. Salzsäure beeinflußt sie wenig, dagegen werden sie von Flußsäure und den Atmosphärilien leicht angegriffen.

Obsidian ist eine schwarze, braune oder grüne, glänzende Masse von muscheligem Bruch und mikroskopischen Einschlüssen. Er kommt im Trachyt und Phonolith Islands und in Mexiko vor, wo man ihn zur Anfertigung von Waffen benutzte. Durch Erhitzen bläht er sich auf, wird schwammig, porös und verwandelt sich in **Bimsstein.** Dieses übrigens häufig als Begleitung des Obsidians vorkommende Mineral findet sich u. a. am Laacher See.

Er dient zum Polieren und Schleifen.

Pechstein mit 6—7% Wassergehalt, H. 5,5 bis 6 und spez. Gew. 2,2 hat verschiedene Färbung, ist pechglänzend, hat Fettglanz, einen unebenen, auch

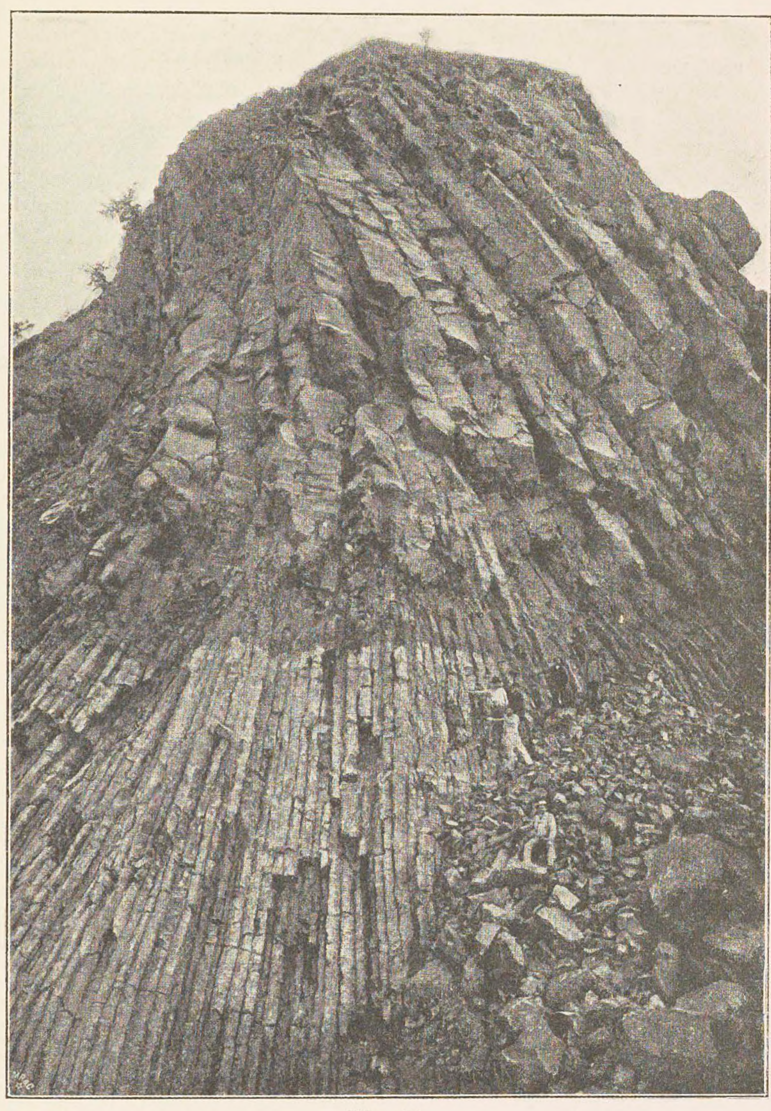


Fig. 93.

Der Bühl im Habichtswald mit zweierlei Basaltsäulen.

Aufgenommen von E. Pfennig.

(Aus der Festschrift der 75. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte Kassel 1903.)

muscheligen Bruch und ist besonders reich an mikrolithischen Gebilden. Hinsichtlich seiner Verbreitung ist namentlich das Porphyrgebiet von Meißen, das größte Pechsteingebiet der Erde, zu erwähnen. Andere Fundorte: Tharandt, Freiberg, Leisnig, Zwickau, Chemnitz, Südtirol, Lugano.

Mit dem Namen **Lava** bezeichnet man alles Gesteinsmaterial, das schmelzflüssig aus den Vulkanen hervordringt und zu schlackigen Massen erstarrt. In Farbe und Zusammensetzung erinnern sie bald an Basalt, bald an Trachyt (Basalt- und Trachytlava). Die am Laacher See vorkommende Lava wird als Bau- und Mühlstein verwendet.

II. Die Sedimentärgesteine (sedere = sich setzen)

breiten sich über den größten Teil der Erde aus. Ihnen gegenüber bilden die nackt zutage liegenden Eruptivgesteine nur Inseln. Man hat berechnet, daß Laterit allein 25 %, Löß 21 %, Lehm 18 %, Sand 7 % der Erdoberfläche bedecken.

Sie weisen, im Gegensatz zu den Eruptivgesteinen, eine Schichtung von mitunter ganz verschiedenartigen Lagern und Bänken auf, eine Wechsellagerung, die auf ein allmählich entstandenes Absetzen hindeutet. So wechsellagert z. B. Sandstein mit Tonschiefer, Mergel, Kalkstein und Steinkohlenflözen.

Die Entstehung aller Sedimentärgesteine geht auf die Eruptivgesteine zurück. Ohne das Vorhandensein dieser wären jene nicht denkbar. Wir treffen deshalb — ganz allgemein gesagt — in den Sedimentärgesteinen die Bestandteile der Eruptivgesteine wieder an, wenn auch in anderen Mengenverhältnissen. Was früher vereint war, wurde getrennt, aber auch in verschiedenen Gesteinsarten Vorkommendes wurde wieder vereinigt.

Die Sedimentärgesteine sind mechanischen, chemischen oder organischen Ursprungs. Wir unterscheiden daher:

1. mechanische Sedimente (Tongesteine, Sandsteine, Konglomerate und Brekzien);
2. chemische Sedimente (Steinsalz und Gips);
3. organogene Sedimente. Hier unterscheiden wir wieder zwischen solchen, welche, wie Kohlen und Petroleum, organischer und solchen, welche (Kalkstein, Dolomit) anorganischer Natur sind.

Die Zusammensetzung der Sedimentärgesteine ist mitunter sehr einfach (Sandstein). Je gleichartiger die Bedingungen der Bildung vor sich gingen, um so einheitlicher war die Ablagerung, um so massiger das Gestein. Vorübergehende Störungen in der Ablagerung aus dem Wasser haben Schieferungen zur Folge, d. h. es entstanden feine Zwischen-

schichten. Solche Zwischenschichten können mitunter große Dimensionen annehmen, es können Schichten von verschiedener Zusammensetzung aufeinander folgen, und wir sagen uns dann mit Recht, daß wir es mit einer andauernden Störung der Ablagerung zu tun haben.

Da der chemischen Ablagerungen und auch der organogenen Wirkungen bereits schon früher (Raseneisenstein, Kieselsinter, Steinsalz, Gips, Humus) Erwähnung getan wurde und ferner von der Wiederablagerung mechanisch zerstörter Gesteine des öfteren die Rede war (Quarz, Feldspat), so sollen in nachstehendem nur noch die morphologischen Merkmale der auf mechanischem Wege zustande gekommenen Sedimente hervorgehoben werden. Man nennt diese, da sie aus Trümmern hervorgegangen sind, Trümmergesteine (klastische Gesteine).

Der **Sand** besteht der Hauptsache nach aus Quarzkörnchen. Dazu kommen Beimengungen von Feldspat, Hornblende, Glimmerschüppchen, Augit, Olivin, Magneteisenstein, Zirkon usw. Sind die Sandteilchen erbsengroß, dann spricht man von **Kies.**

Schotter ist grober, mit großen Geröllen (gerundete Gesteinsbruchstücke) gemischter Kies. Eckige Gesteinsbruchstücke nennt man **Grus.**

Konglomerate entstehen dadurch, daß abgerundete Rollstücke gleichartiger oder verschiedenartiger Gesteine durch ein Bindemittel fest vereinigt werden (Nagelflue, Puddingstein).

Brekzien bestehen aus verkitteten, eckigen Bruchstücken.

Sandstein ist aus Quarzkörnern gebildet, welche durch die mechanische Tätigkeit des Wassers mehr oder minder zerkleinert, durch großen Druck zusammengepreßt und durch tonige oder kalkige Bestandteile verkittet sind. Die Farbe ist in diesem Falle hell, grau oder weiß. Eisenschüssiges Zement färbt braun, kohlige Substanz schwarz.

Charakteristisch für Sandstein ist seine Zerklüftung (Sächsische Schweiz). Außer der horizontalen Gliederung, die auf die Schichtung zurückzuführen ist, ist noch eine vertikale zu verzeichnen. Dadurch ergeben sich die sogenannten Quadern. Mit dem Zurücktreten des Bindemittels löst sich der Sandstein in losen Sand auf.

G e b r a u c h: Sandstein ist ein wichtiger Baustein und wird außerdem als Mühl- und Schleifstein verwendet.

Grauwacke ist ein alter, dunkelgrauer Sandstein mit den Hauptbestandteilen Quarz und Feldspat. Dazu kommen Glimmerschüppchen, Hornblende, Augit- und Granatkörner, Bruchstücke von Ton, Kieselschiefer und Quarzit. Die dunkle Farbe wird durch fein verteilte Kohlenteilchen bedingt.

Mit **Grauwackenschiefer** bezeichnet man die feinkörnigen, schiefrigen Arten. Grauwackengesteine finden sich in Thüringen, Böhmen, Westfalen und in Sachsen.

Ton.

Gewöhnlicher Ton ist eine erdige, zerreibliche, an der Zunge klebende Masse von meist heller Farbe (weißer, grauer oder brauner), die angefeuchtet, plastisch wird. Stets sind Spuren von Kalzium- und Magnesiumkarbonat sowie von mehr oder weniger Eisenhydroxyd (Farbe!) vorhanden. In unzersetztem Ton finden sich Kalium- und Natriumverbindungen (Feldspat) und mikroskopische Kristalle anderer Mineralien (Zirkon) vor.

Tongesteine sind: Kaolin, Ton, Lehm, Löß, Mergel, Schieferton, Tonschiefer (Dach- und Griffelschiefer usw.).

In gewaltigen Lagern begegnen wir Ton in Norddeutschland, im Rhein- und Donautale, in Oberschlesien und Polen.

Kaolinisierung nennt man jenen Zersetzungsvorgang, der zu einem weißen Tonerdesilikat führt. Dieselbe tritt z. B. an verschiedenen Graniten in Form von Flecken auf und wirkt zunächst auf Feldspat ein. Verschiedene Eigenschaften wie Spaltbarkeit, Härte, Farbe gehen bei diesem Vorgang verloren, und der Kalk- und Alkaligehalt wird entfernt; Wasser dagegen wird neu aufgenommen. Diese Prozesse spielen sich in bedeutender Tiefe ab. Das Endprodukt ist Kaolin oder Porzellanerde. Im Gegensatz zu Tonerde ist Kaolin für die Pflanzen ohne jede Bedeutung, denn diese können ohne Alkalien (und zwar Kalium) nicht leben.

Große Kaolinlager finden sich bei Karlsbad, Schneeberg, auf Bornholm — aus Granit hervorgegangen — bei Altenburg — aus Porphyr — und Meißen — aus Pechstein — entstanden. Die im Meißener Hügelland entstandene Porzellanerde, welche mehrere Meter mächtige Lager bildet, ist kein direktes Produkt des Pechsteins, sondern eines Porphyrs, in den sich Pechstein zunächst umgewandelt hat. Kaolin läßt in seinen weißen, feinen, einfach symmetrischen Teilchen unter dem Mikroskop sechseckige Kristallschüppchen erkennen. Die Zusammensetzung ist größeren Schwankungen unterworfen, doch kann man im allgemeinen die Formel $Si_2O_9Al_2H_4$ aufstellen.

Porzellan wurde schon einige Jahrhunderte vor Christo von den Chinesen hergestellt, ums Jahr 1500 von den Portugiesen nach Europa gebracht und von Böttger (1709) aus Meißner Kaolin für Europa neu erfunden. Zur Herstellung von Porzellangefäßen sind außer Porzellanerde eine Reihe von Flußmitteln, wie Feldspat, Quarz und Gips notwendig, denn die Porzellanerde würde der Glühhitze widerstehen. Durch das Schmelzen wird die ganze Kaolinmasse von den Zusätzen vollständig durchdrungen, sie wird durch und durch glasig und durchscheinend.

Der leicht verwitternde **Mergel**, ein Gemisch von Ton und Kalk (60 % Ton), mit Quarz und Glimmerschüppchen durchsetzt und durch Eisenteilchen gefärbt, findet sich nicht selten schiefrig. Das Gestein verwittert rasch, es blättert sich, zerfällt in eckige Stücke (Fig. 94) und wird bald ein fruchtbarer Bestandteil der Ackererde, einmal, weil es ein der Pflanze angemessenes Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnis (bei jeder Witterung) zu bewahren vermag und sodann, weil sein Gehalt an Phosphorsäure nicht zu unterschätzen ist. (Künstliche Düngung mit Mergel.)



Fig. 94. Verwitterung von Kalkmergel.
Nach Weinschenk, Gesteinskunde.

Durch Anhauchen ist ein eigenartiger, an Ton erinnernder Geruch wahrzunehmen, durch Übergießen mit Salzsäure braust er auf. Er findet sich mitunter in einer Mächtigkeit von 50 m zwischen dem Nordrand der deutschen Mittelgebirge und den Küsten der Nord- und Ostsee. An dem Zustandekommen des Mergels waren wie an den Sand- und Lehmablagerungen Norddeutschlands die Gletscher hervorragend beteiligt.

Lehm ist ein durch Quarzsand und Eisenoxydhydrat verunreinigter Ton.

Die reinste Varietät des Tones heißt **Töpferton.** Er ist hellfarbig oder gewöhnlich durch Eisen gelbbräunlich gefärbt. Schon die alten Ägypter und andere Völker des Altertums bedienten sich der Tongeschirre.

Der Prozeß der Herstellung ist etwa folgender:

Die formulierten Gefäße werden getrocknet und im Ofen gebrannt. Dadurch verliert der Ton Wasser und bekommt durch das Zusammenschmelzen der Teilchen Festigkeit, jedoch ist er noch nicht wasserdicht. Um die Poren zu verstopfen, versieht man die Gefäße mit einer Glasur, und zwar bedient man sich zu diesem Zwecke am besten des Steinsalzes, des Borax oder der Bleiglätte.

Gebrauch: Ton wird als Pfeifenton, zu feuerfesten Ziegeln und zum Modellieren verwendet. Lehm zu Ziegeln und Lehmwänden verarbeitet.

Löß (von los, locker) ist feiner gelber Staub, aus Quarz und Kalkteilchen bestehend, die mit Ton zu einer lockeren Masse gemengt wurden. Durch den Umstand, daß er von feinen, verkalkten Röhrchen (von Wurzelfasern herrührend) durchzogen wird und durch die weitere Tatsache, daß er beträchtliche Wassermengen aufnimmt und festhält, ist er eine fruchtbare Bodenart. Bei uns findet er sich am Oberrhein und am Südrand der norddeutschen Tiefebene mitunter bis zu 20 m Mächtigkeit. Weit größer ist seine Ausdehnung in Rußland und vor allem in China, wo er 500 m mächtige Ablagerungen bildet.

Seine Entstehung verdankt er teils der Arbeit des (festen und flüssigen) Wassers, welches das ursprüngliche Gestein zu Körnern zerkleinerte, teils aber dem Wind, der sich des Sandes bemächtigte und ihn über weite Gebiete trug.

Laterite sind mächtige Tonschichten von ziegelroter Farbe in Südafrika, Südamerika und Vorderindien. Die eisenschüssigen, tonigen Massen gehen mitunter erst bei einer Tiefe von 30 m in unzersetztes Gestein über.

Tonschiefer. Dieses schiefrige, harte Tongestein, dessen dunkle Farbe durch kohlige Substanz verursacht wurde, unterscheidet sich von Urtonschiefer durch den Mangel einer kristallinischen Struktur. Die Schieferung kann mit der Schichtung parallel gehen (echte Schieferung) und ist dann gewöhnlich stark gefaltet, oder sie durchschneidet die Schichtung (transversale Schieferung).

Zu den mikroskopischen Bestandteilen des Gesteins gehören: Quarzteilchen, Glimmerschüppchen, Rutilnädelchen, Magneteisensteinkörnchen und kohlige Substanzen. Schwefelkies, der nicht selten eingesprengt vorkommt, leitet häufig durch eine Umwandlung in Eisenvitriol die Verwitterung des Gesteins ein.

Tonschiefer wird durch Aufnahme von Quarzen und anderen Gesteinstrümmern der Grauwacke dem Grauwackenschiefer ähnlich und erlangt wie dieser mächtige Ausdehnung (rheinisches Schiefergebirge). Der wasserbeständige Dachschiefer, welcher transversale Schieferung aufweist und eben spaltet, darf keinen Schwefelkies enthalten. Griffelschiefer läßt sich in dünnstengelige Stückchen teilen.

Schieferton ist ein mehr oder weniger schiefriges, dunkles Tongestein, das sich an der Luft nach und nach in Tonschlamm verwandelt.

Besonders reich an Pflanzenabdrücken ist namentlich jener, der die Steinkohlenflöze einschließt und Kohlenschiefer genannt wird.

Tuffe sind vulkanischen Ursprungs. Die durch Vulkanausbrüche zerstörten Aschen und Sande fallen entweder an Ort und Stelle nieder oder werden vom Wind weiter fortgetragen, mitunter durch Wasser zusammengeschwemmt, geschichtet und zu sog. Tuff verfestigt.

Porphyrtuff, ein erdiges, häufig rotgefärbtes Gestein, findet sich z. B. in einer 50—80 m mächtigen Anhäufung bei Chemnitz und Rochlitz, im Odenwald, Thüringer Wald und Unterelsaß (Einschlüsse von Koniferenstämmen). Verwendung zu Treppensteinen und Simssteinen.

Diabastuff, schmutziggrün, mit organischen Einlagerungen, im Vogtland und Oberfranken, am Harz, in Westfalen.

Bimssteintuff, grau, erdig; bei Schemnitz in Ungarn, am Laacher See, in mächtigen Ablagerungen als Traß. (Zur Herstellung von hydraulischem Mörtel verwendet.) Basalttuff in der Rhön, in Nordböhmen.

III. Kristallinische Schiefergesteine.

Verfolgt man die geologischen Formationen nach abwärts, so gelangt man zu einer Schichte, die durch den kristallinischen Charakter der Gesteine sowie durch die nur spärlichen Versteinerungsreste auffällt.

Man spricht von einem Grundgebirge, das sich in eine Gneis-, Glimmer- und Phyllitformation gliedert und einen großen Teil der festen Erdrinde bildet.

Entweder sind diese Schichten von den angrenzenden ältesten, fossilführenden total verschieden, oder es gehen die kristallinischen Typen allmählich in nicht kristallinische über.

Über die Entstehung dieser Gesteine herrschen verschiedene Ansichten. Wahrscheinlich ist, daß dieselbe zum Teil eruptiv, zum Teil sedimentär ist. Gebirgsdruck und Erdwärme haben sie mehr oder weniger umkristallisiert.

Gneis.

Er besteht aus denselben Gemengteilen wie Granit, unterscheidet sich jedoch von diesem in der Struktur.

Besonders mächtige Schichtensysteme bildet er im Bayrischen Wald, im Böhmer Wald, im Erzgebirge, im Fichtelgebirge, Riesengebirge, den Zentralalpen und im Schwarzwald. Die Farbe des Gesteins ist zum Teil durch den Glimmer, zum Teil durch den Orthoklas bedingt. Schwarzer Magnesiaglimmer färbt ihn dunkel, durch die helle Farbe des Orthoklas wird er grau oder rot.

Gneis liefert durch Verwitterung, die übrigens schneller als bei Granit eintritt, braunen, tonig-sandigen Boden.

Von Gneis existieren eine Menge Abarten, von denen hier nur der Epidot-, Hornblende- und Pyroxengneis erwähnt seien.

Granulit ist dem Gneis verwandt und besteht aus Orthoklas, Quarz und kleinen Granaten (in Sachsen zwischen Glauchau und Roßwein).

Gneis wird zu grobem Mauerwerk verwendet.

Glimmerschiefer. Hauptbestandteile: Glimmer und Quarz. Die Farbe des Gesteins ist von der Glimmerart, die sich am Aufbau beteiligt, abhängig.

Nebenbestandteile: Granat, Turmalin, Feldspat, Amphibol, Eisenkies, Apatit, Graphit.

Vorkommen: Hohe Tauern, Tiroler Alpen, Sudeten, Erzgebirge, Fichtelgebirge, Böhmerwald, Spessart, Odenwald, woselbst er den Gneis überlagert. Im allgemeinen bildet er abgerundete Bergformen, die nur da schroff werden, wo seine Schichten aufgerichtet sind.

Er verwittert leicht zu einem ziemlich fruchtbaren Boden.

Phyllit (phyllum = Blatt, Blätterstein), Urtonschiefer. Das äußerst feinkörnige, außerordentlich schiefrige Gestein hat dunkelgraue, grüne oder schwarzblaue Farbe und bildet das oberste Glied des kristallinischen Schiefers.

Er stellt eine Übergangsstufe zwischen Glimmer- und Tonschiefer vor und ist sehr wahrscheinlich aus letzterem hervorgegangen.

Wesentliche Bestandteile: Glimmer, Chlorit, Quarz, Feldspat.

Nebenbestandteile: Hornblende, Magnetit, Granat, Eisenglanz.

Vorkommen: Riesengebirge, Erz- und Fichtelgebirge, Böhmer Wald und Bayrischer Wald. Phyllit verwittert leicht zu einem lehmigen Boden.

Verwendung: Dachschiefer.

Von anderen kristallinischen Schiefern sind noch anzuführen: Hornblende, Chlorit und Talkschiefer, Serpentin und Quarzit.

Hornblendenschiefer ist ein grünlichschwarzes, mehr oder minder deutlich schiefriges Gestein. Eine besonders schöne Art ist der Eklogitfels (Fichtelgebirg).

Quarzit, ein hartes, widerstandsfähiges Gestein, aus kristallinisch körnigem bis dichtem Quarz nebst Glimmerschuppen bestehend, das mächtige Einlagerungen in Gneis, Glimmer usw. bildet. Durch Verwittern seiner Umhüllung tritt er in schroffen Felsmauern hervor, wie das im Bayrischen Wald der Fall ist (Pfahl).

Inhaltsübersicht der Tafeln.

Tafel 1.

1. Vergrößerter Dünnschliff von Basalt. (Nach Neumayr.) 2. Grüner Opal. 3. Goldkristall aus Kalifornien. 4. Almandin aus Tirol. 5. Fluorit von Gersdorf in Sachsen. 6. Apophyllit. 7. Gemeiner Korund. 8. Quarz. (Nach Bauer.)

Tafel 2.

1. Rauchquarzkristalle. 2. Diamant; Hexakistetraeder. 3. Diamant Südstern. 4. Graphitkristall. 5. Nadelkohle von Lobsann. 6. Erdige Braunkohle von Salzhausen.

Tafel 3.

1. Stammstück von Calamites. 2. Stammstück von Lepidodendron elegans. 3. Sphenopteris (Farne). 4. Schwefelkristall von Girgenti in Sizilien. 5. Goldblättchen auf Quarz von Vöröspatak in Siebenbürgen.

Tafel 4.

1. Prinzengang bei Freiberg (schematisch). a Blende. b Quarz. c Flußspat. d Blende. e Schwerspat. f Pyrit. g Schwerspat. h Flußspat. i Pyrit. k Kalkspat. l. z. T. leerer Raum. Drusenförmige Kristalle. 2. Platin von Nischne Tagilsk am Ural. 3. Arsen von Andreasberg am Harz. 4. Realgarkristalle auf Mergel von Kapnik in Ungarn. 5. Auripigment von Neusohl in Ungarn.

Tafel 5.

1. Mißpickel von Freiberg in Sachsen. 2. Antimonit von Przibram in Böhmen. 3. Wismutkristalle als Hüttenprodukt. 4. Pyritkristalle von Tavistock in England. 5. In Pyrit versteinerter Ammonites Amaltheus. 6. Markasitkristallgruppe aus Sachsen. 7. Bleiglanzkristalle auf Flußspat aus Derbyshire in England.

Tafel 6.

1. Zinkblendekristall. 2. Zinkspat von Altenberg. 3. Kupfer aus Cornwall. 4. Kupferkieskristalle auf Dolomitkristallen. 5. Buntkupferkies von Schneeberg in Sachsen. 6. Kristallgruppe des Cuprits. 7. Malachit auf Brauneisenerz.

Tafel 7.

1. Malachit aus Sibirien. 2. Quecksilber auf erdigem Zinnober. 3. Dentrisches Silber von Wolfach in Baden. 4. Hexaedrische Silberkristalle von Kongsberg. 5. Tetraedrit auf Kupferkies vom Harz. 6. Smaltit von Schneeberg in Sachsen.

Tafel 8.

Tafel 9.

Tafel 10.

Tafel 11.

Tafel 12.

Tafel 13.

Tafel 14.

Alphabetisches Register.

(* bedeutet: Abbildung im Text.)

